



FÍSICA APLICADA AO DESPORTO:
UM ESTUDO INTERDISCIPLINAR ENTRE
FÍSICA, EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTO

Amaro José da Silva Filho

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Orientadores:
Álvaro Chrispino, D.Sc.
José Luiz Fernandes, Ph. D.

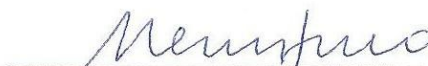
Rio de Janeiro
Maio/2010

FÍSICA APLICADA AO DESPORTO:
UM ESTUDO INTERDISCIPLINAR ENTRE
FÍSICA, EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTO

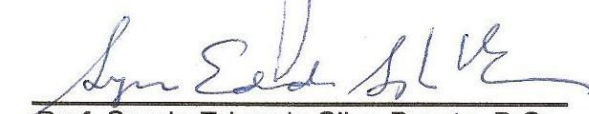
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Amaro José da Silva Filho

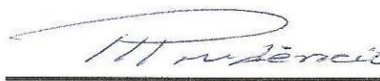
Aprovação por:


Presidente, Prof. Alvaro Chrispino, D.Sc.


Prof. José Luiz Fernandes, Ph.D.


Prof. Sergio Eduardo Silva Duarte, D.Sc.


Prof. Roberto Ferreira dos Santos, D.Sc.


Prof. Nelson Prudêncio, D.Sc.

Rio de Janeiro
Maio/2010

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

S586 Silva Filho, Amaro José da

Física aplicada ao desporto : um estudo interdisciplinar entre física, educação física e desporto / Amaro José da Silva Filho. – 2010.
xviii, 349f. ; il.col. , grafs, ; enc.

Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica
Celso Suckow da Fonseca , 2010

Bibliografia : f.153-162

Apêndices

Orientadores : Álvaro Chrispino [e] José Luiz Fernandes

1.Física 2.Física no esporte 3.Interdisciplinaridade 4.Atletas
5.Políticas públicas I.Chispino, Álvaro (orient.) II.Fernandes, José
Luiz (orient.) III.Título.

CDD 530

A Ahylton da Conceição (1929-2002). Professor de Física, Técnico de Atletismo e amigo dedicado... Incentivador incansável do emprego da *“Física Aplicada aos Desportos”*.

AGRADECIMENTOS

- Aos Professores Álvaro Chrispino (D.Sc.) e José Luiz Fernandes (Ph.D.), baluartes das etapas de orientação deste trabalho.
- Ao Técnico e amigo, Professor Ahylton da Conceição, por tudo que conseguiu passar sobre a “*Física Aplicada ao Desporto*” e a vida, durante todo o convívio no Clube Botafogo de Futebol e Regatas, dentro e fora das pistas de Atletismo (*In memoriam*).
- A esposa e filhos, pela consideração e motivação, durante esta jornada de ausências.
- Aos Engenheiros Civis e amigos, Professores Bruno de Bonis (DER/RJ) e José Mauro Terço Dias, pelas críticas e sugestões.
- Ao Perito Criminalista e amigo, Professor de Física José Osmar de Araújo, pelas revisões, discussões e incentivos.
- Aos Biólogos e amigos, Professores Gervânio Nascimento Silva (1954-2009) e Otalina Cavalcante Araújo, M.Sc. (INPA – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia), pelos incentivos e sugestões.
- A Acadêmica em Literatura de Português-Inglês-Alemão da *Universität Wien*, Paola Moreira da Silva, pela revisão de todo texto.
- Aos Professores e colegas de Curso, pela imensa oportunidade que levou à superação do desconhecido.
- Aos Professores e Alunos entrevistados, pelas concessões das informações que fizeram o engrandecimento desta obra.
- A todos que, mesmo involuntariamente, de uma forma ou de outra, contribuíram sobremaneira para a execução e conclusão deste trabalho.

“Melhor é buscar refúgio no
SENHOR do que confiar no homem.”

Salmo 118:8

RESUMO

FÍSICA APLICADA AO DESPORTO: UM ESTUDO INTERDISCIPLINAR ENTRE FÍSICA, EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTO

Amaro José da Silva Filho

Orientadores:

Prof. Álvaro Chrispino, D.Sc.

Prof. José Luiz Fernandes, Ph.D.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Evidencia as influências de entes físicos durante práticas desportivas dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna, de 1896 a 2008, ápices dos desportos de alto rendimento, e constata as inter-relações das provas atléticas com os fenômenos físicos locais. Por meio do Atletismo, demonstra-se a importância da *“Física Aplicada ao Desporto”* enquanto disciplina exclusiva em propósito. E investigam-se, na pressuposição do interesse acadêmico das Instituições de Ensino Superior pelos investimentos oriundos das Políticas Públicas vigentes para os desportos de alto rendimento e/ou educacionais, quais subsídios os Cursos ou Habilitações de Educação Física e Desportos, localizados no Estado do Rio de Janeiro, concedem aos respectivos currículos, de modo a favorecer ingressos/egressos à graduação ou pós-graduação na busca da melhoria dos índices de seus atletas, enquanto professores, técnicos e fomentadores de talentos nacionais.

Palavras-chave: Física; Física Aplicada ao Desporto; Desporto de alto rendimento; Educação Física e Desporto.

Rio de Janeiro
Maio/2010

ABSTRACT

Physics Applied to Sport:
An Interdisciplinary Study Between
Physics, Physical Education and Sport

Amaro José da Silva Filho

Advisors:

Prof. Álvaro Chrispino, D.Sc.

Prof. José Luiz Fernandes, Ph.D.

Abstract of dissertation submitted to Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Centro de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Mestre.

It evidences the influences of physical beings during the sport practice at the Summer Olympic Games of the Modern Age, from 1896 to 2008, apexes of high income sports, and evidences the inter-relations between athletically tests and the local physical phenomena. By means of Athletic, it demonstrates the importance of *“Physics Applied to Sport”* while an exclusive discipline. And it investigates, in the presupposition of Universities academic interests for Public Politics investments that angle for high income and/or educational sports, which subsidies the Degrees or Qualifications of Physical Education and Sports, located in the State of Rio de Janeiro, grant to the respective resumes, in order to favor admissions/resignations to graduation or post-graduation degrees in search of improvement of the athlete indexes, while professors, technicians and promoters of national talents.

Key-words: Physics. Physics Applied to Sport. Sport of high income. Physical Education and Sport.

Rio de Janeiro
Maio/2010

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO I	5
A FÍSICA NUMA RETROSPECTIVA DOS JOGOS OLÍMPICOS DE VERÃO	5
I.1 INDÍCIOS DAS MUDANÇAS DAS LATITUDES NAS SEDES OLÍMPICAS DE VERÃO	6
I.2 A VARIAÇÃO DA ACELERAÇÃO LOCAL DA GRAVIDADE COM A LATITUDE TERRESTRE	7
I.3 A ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE NAS SEDES DOS JOGOS OLÍMPICOS DEVIDO ÀS LATITUDES	8
I.4 AS ALTITUDES DAS SEDES OLÍMPICAS DE VERÃO	9
I.5 A VARIAÇÃO DA ACELERAÇÃO LOCAL DA GRAVIDADE COM A ALTITUDE	12
I.6 A VARIAÇÃO DA ACELERAÇÃO LOCAL DA GRAVIDADE COM A LATITUDE E A ALTITUDE TERRESTRE	15
I.7 CONJUNTO DE CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS INERENTES AOS JOGOS OLÍMPICOS.....	17
I.8 CIRCUNSTÂNCIAS RELEVANTES DE TERMOLOGIA E DESPORTO	22
I.9 A LONGITUDE E AS CONSEQUÊNCIAS DE SUA VARIAÇÃO TEMPORAL	25
I.10 ACERCA DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA.....	27
I.11 EFEITOS PROVOCADOS PELA REDUÇÃO DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA.....	29
I.12 DE PONTOS DE VISTAS A CONTROVÉRSIAS	30
I.13 ALGUMAS PONDERAÇÕES	39
I.13.1 Enquanto a Poluição nos Jogos Permanece Especulação.....	39
I.13.2 Quanto a Conclusão Desse Discurso Inicial	40
CAPÍTULO II	42
AS FORÇAS DE INTERAÇÕES E SUA IMPORTÂNCIA NO SALTO EM DISTÂNCIA.....	42
II.1 O SALTO EM DISTÂNCIA: EVOLUÇÃO E REGRAS.....	42
II.1.1 A Evolução do Salto em Distância nos Jogos Olímpicos Modernos.....	42
II.1.2 As Regras Oficiais do Salto em Distância Definidas pela IAAF	47
II.2 O SALTO EM DISTÂNCIA: ETAPAS E AS FORÇAS DE INTERAÇÃO PRESENTES À PROVA	51
II.2.1 Etapas Consideradas no Salto em Distância	51
II.2.2 Identificação das Forças de Interação no Salto em Distância e suas Atuações	54
II.2.2.1 Durante a fase de preparação para a corrida	54
II.2.2.2 Durante a fase da corrida de impulsão (aproximação)	76
II.2.2.3 Durante a fase da impulsão	85
II.2.2.4 Durante a fase aérea (elevação e flutuação).....	96
II.2.2.5 Durante a fase de queda ou aterrissagem	107
II.3 CONSIDERAÇÕES	110
CAPÍTULO III.....	112
INTERAÇÕES FÍSICAS NOS DESPORTOS: COMO TORNÁ-LAS VANTAJOSAS	112
III.1 A CORRIDA NAS CURVAS E SUAS PARTICULARIDADES.....	112
III.1.1 Outra Situação Relevante a se Permitir nas Curvas	119
III.2 UM ZIGUEZAGUE INOPORTUNO PARA VELOCISTAS	123
III.3 A GRAVIDADE, O ATRITO E A AMPLITUDE DAS PASSADAS	127
III.4 CONSIDERAÇÕES	129
CAPÍTULO IV	132

ALGUNS ASPECTOS RELEVANTES DAS POLÍTICAS PÚBLICAS VOLTADAS PARA O APRIMORAMENTO DO ATLETA DE ALTO RENDIMENTO.....	132
IV.1 DE 1851 AOS TEMPOS ATUAIS. UM BREVE RELATO	132
IV.2 POLÍTICAS PÚBLICAS PERTINENTES	136
IV.3 A FÍSICA APLICADA AO DESPORTO NO ENSINO SUPERIOR	139
IV.3.1 O Que se Pretendia?.....	145
IV.3.2 O Que se Obteve?.....	145
IV.4 CONSIDERAÇÕES	148
CONCLUSÃO	151
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	153
APÊNDICES	163
APÊNDICE A.....	164
RELAÇÃO DOS JOGOS OLÍMPICOS DE VERÃO DA ERA MODERNA DE 1896 A 2008, COM SUAS RESPECTIVAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS (LATITUDE (L), LONGITUDE E ALTITUDE (A)) E A ACELERAÇÃO LOCAL DA GRAVIDADE, G(L), G(A) E G(L, A).	164
APÊNDICE B.....	166
RELAÇÃO DOS JOGOS OLÍMPICOS DE VERÃO DA ERA MODERNA DE 1896 A 2008, COM OS NOMES E AS NACIONALIDADES DOS ATLETAS, POR PROVA DE SALTO, POR PREMIAÇÃO OBTIDA E SUAS RESPECTIVAS MARCAS, OLÍMPICA OU MUNDIAL.	166
APÊNDICE C.....	177
AMOSTRAS GRÁFICAS DAS EVOLUÇÕES DOS SALTOS HORIZONTAL E VERTICAL, MASCULINO E FEMININO, DOS JOGOS OLÍMPICOS DE VERÃO DA ERA MODERNA DE 1896 A 2008.	177
APÊNDICE D.....	186
PRODUTO: “ <i>FÍSICA APLICADA AO DESPORTO: UM ESTUDO INTERDISCIPLINAR ENTRE FÍSICA, EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTO</i> ”.	186
ANEXOS.....	335
ANEXO A.....	336
PISTA OFICIAL DE ATLETISMO DISPONIBILIZADA PELA CBAT – CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO.	336
ANEXO B.....	338
PLANO DE CURSO DAS DISCIPLINAS DA LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO FÍSICA (EF) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ).	338

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura I.1	- Amostra da variação da latitude, L , das Sedes Olímpicas ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.....	6
Figura I.2	- Amostra da variação da aceleração local da gravidade com a latitude terrestre, ao nível do mar.....	8
Figura I.3	- Amostra da variação da gravidade, $g(L)$, com a latitude, L , nas Sedes Olímpicas ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.....	9
Figura I.4	- Amostra da variação da altitude das Sedes Olímpicas ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.....	11
Figura I.5	- Amostra gráfica da variação da aceleração local da gravidade, $g(A)$, com a altitude, A , em relação ao nível do mar.....	12
Figura I.6	- Amostra gráfica da variação da aceleração da gravidade, $g(A)$, com a altitude, A , em relação ao nível do mar, ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.....	14
Figura I.7	- Amostra da variação da aceleração da gravidade, $g(L, A)$, com a latitude, L , e a altura, A , em relação ao nível do mar, ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.....	16
Figura I.8	- Temperatura e Massa específica versus Altitude para uma amostra padrão de atmosfera.....	18
Figura I.9	- Variação média da temperatura nas camadas atmosféricas.....	19
Figura I.10	- Zonas climáticas terrestre.....	20
Figura I.11	- Distribuição média da temperatura no mês de julho.....	21
Figura I.12	- Mudanças de valores de força de membros inferiores em quatro horários, nos dias 1, 3, 5 e 7, após voar 5 fusos para oeste.....	27
Figura I.13	- Variação da pressão com a altitude, no ar, e com a profundidade, na água supondo uma pressão unitária ao nível do mar, exatamente.....	29
Figura I.14	- Amostra da evolução dos saltos em distância masculino ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.....	37
Figura II.1	- Amostra da evolução dos saltos em distância feminino ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.....	43
	- Amostra da evolução dos saltos em distância masculino ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.....	44

Figura II.2	- Esquema da pista de salto em distância com suas dimensões.....	48
Figura II.3	- Tábua de impulsão com indicador de plasticina.....	49
Figura II.4	- Caixa de aterrissagem centralizada para salto em distância.....	50
Figura II.5	- Representação vetorial da força peso, $\mathbf{P}$	55
Figura II.6	- Representação vetorial da força normal, $\mathbf{N}$ (Parte A).....	56
Figura II.6	- Representação vetorial conjunta da força peso, $\mathbf{P}$, e das forças normais $\mathbf{N}_d$ e $\mathbf{N}_e$ que agem no <i>atleta modelo</i> (Parte B).....	57
Figura II.7	- Segmento corpóreo submetido à força de pressão elementar.....	58
Figura II.8	- Representação vetorial das forças de pressão, $\mathbf{F}_p$ (Parte A), e conjunta das forças peso, $\mathbf{P}$, normais $\mathbf{N}_d$ e $\mathbf{N}_e$ e de pressão, $\mathbf{F}_p$ (Parte B), que agem no <i>atleta modelo</i>	58
Figura II.9	- Ação conjunta da pressão atmosférica e do empuxo exercido pelo ar.....	60
Figura II.10	- Representação vetorial da força de empuxo, $\mathbf{E}$ (Parte A), e conjunta das forças peso, $\mathbf{P}$, normais $\mathbf{N}_d$ e $\mathbf{N}_e$, de pressão, $\mathbf{F}_p$ e de empuxo $\mathbf{E}$ (Parte B), que agem no <i>atleta modelo</i>	62
Figura II.11	- Representação vetorial da força de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$ (Parte A), e conjunta das forças peso, $\mathbf{P}$, normais $\mathbf{N}_d$ e $\mathbf{N}_e$, de pressão, $\mathbf{F}_p$, de empuxo $\mathbf{E}$ e de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$ (Parte B), que agem no <i>atleta modelo</i>	66
Figura II.12	- Esquema representativo das forças de resistência do ar, $\mathbf{F}_r$, contra e a favor.....	71
Figura II.13	- Representação vetorial conjunta das forças peso, $\mathbf{P}$, normais $\mathbf{N}_d$ e $\mathbf{N}_e$, de pressão, $\mathbf{F}_p$, de empuxo $\mathbf{E}$, de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$ e resistência do ar, $\mathbf{F}_r$, contra o movimento (Parte A), que agem no <i>atleta modelo</i>	72
	- Representação vetorial conjunta das forças peso, $\mathbf{P}$, normais $\mathbf{N}_d$ e $\mathbf{N}_e$, de pressão, $\mathbf{F}_p$, de empuxo $\mathbf{E}$, de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$ e resistência do ar, $\mathbf{F}_r$, a favor do movimento (Parte B), que agem no <i>atleta modelo</i>	72
Figura II.14	- Hipóteses para a composição das diferentes ações de resistência do ar sobre o <i>atleta modelo</i>	73
	- Hipóteses para a composição das diferentes ações de resistência do ar sobre o <i>atleta modelo</i>	74
Figura II.15	- Distribuição de forças aerodinâmicas num avião.....	74
Figura II.16	- Curva de velocidade na corrida de 100m rasos realizada por corredores mirins.....	77

Figura II.17	- Esquema do movimento do pé ao andar.....	79
Figura II.18	- Esquema do movimento do pé ao correr.....	79
Figura II.19	- Representação vetorial da composição das forças normal, $\mathbf{N}$, e força de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$, atuando sobre o <i>atleta modelo</i>	80
Figura II.20	- Projeção ortogonal da força peso, $\mathbf{P}$, fora do polígono de sustentação.....	81
Figura II.21	- Planos anatômicos espaciais.....	81
Figura II.22	- Composição vetorial das forças peso, $\mathbf{P}$, normais $\mathbf{N}_d$ e $\mathbf{N}_e$, de pressão, $\mathbf{F}_p$, de empuxo $\mathbf{E}$, de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$ e resistência do ar, $\mathbf{F}_r$, contrário ao movimento, que atuam sobre o <i>atleta modelo</i>	82
Figura II.23	- Versão simplificada da composição das forças que atuam sobre o <i>atleta modelo</i>	84
Figura II.24	- Deformação da bola de golfe pelo taco, no instante do choque.....	87
Figura II.25	- Representação vetorial da composição das forças normal, $\mathbf{N}$, e força de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$, atuando sobre o <i>atleta modelo</i> no instante do choque com a tábua de impulsão.....	90
Figura II.26	- Ação e reação das forças normal, $\mathbf{N}$, e força de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$	90
Figura II.27	- Representação vetorial da composição das forças normal, $\mathbf{N}$, e força de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$, atuando sobre o <i>atleta modelo</i> no instante do choque com a tábua de impulsão.....	95
Figura II.28	- Ação e reação das forças normal, $\mathbf{N}$, e de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$	96
Figura II.29	- Trajetórias de uma bola de beisebol com e sem resistência do ar.....	100
Figura II.30	- Vista lateral do salto em distância com suas etapas de aproximação, impulsão na tábua, “voo” e aterrissagem na caixa de areia.....	104
Figura II.31	- Alcance máximo e alcance para ângulos complementares.....	106
Figura II.32	- Salto ornamental para frente, em trampolim.....	108
Figura II.33	- Composição das forças normal, $\mathbf{N}$, e de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$, no momento do contato com a areia, na caixa de aterrissagem.....	109
Figura III.1	- Corrida na curva durante uma prova de 200 metros rasos.....	112
Figura III.2	- Eliminatória dos 200 metros rasos feminino, Pequim 2008.....	113
Figura III.3	- Trecho esquemático da curva de uma pista oficial de Atletismo.....	114

Figura III.4	- Pista oficial de Atletismo.....	115
Figura III.5	- Esquema representativo de parte da pista oficial de Atletismo.....	116
Figura III.6	- Detalhes de um trecho da curva da pista oficial de Atletismo.....	119
Figura III.7	- Fotos de atletas percorrendo a curva numa pista de Atletismo.....	120
Figura III.8	- Decomposição conjunta da força de atrito estático, F_{ae} , e da aceleração a , tangente a linha de medição.....	121
Figura III.9	- Forças que atuam no atleta enquanto faz a curva da pista de Atletismo.....	122
Figura III.10	- Corrida em pista reta e plana com e sem ziguezague.....	123
Figura III.11	- Prova de barreira com vistas a Pequim 2008.....	124
Figura III.12	- Esquema da superposição, em três etapas, de corridas em ziguezague e em linha reta.....	125
Figura III.13	- Esquema da superposição, em três etapas, de corridas em ziguezague e em linha reta.....	126
Figura III.14	- Decomposição da aceleração do movimento.....	126
Figura III.15	- Postura do atleta com inclinação à frente.....	127
Figura III.16	- Atleta em treinamento de elevação de perna.....	128
Figura III.17	- Detalhes do lançamento do peso.....	130
Figura IV.1	- Curva de desempenho do Brasil nos Jogos Olímpicos CE Verão da Era Moderna de 1920 a 2008, com base no IRD.....	135
Figura IV.2	- Gráfico da Relação das Instituições de Ensino Superior (Educação Física e Desporto) e de seus Núcleos estabelecidos no Rio de Janeiro.....	146
Figura IV.3	- Rede de associações adaptada às relações desportivas.....	149

LISTA DE TABELAS

Tabela	I.1	- Comparação das acelerações da gravidade de Sedes Olímpicas em função das latitudes e altitudes locais.....	13
Tabela	I.2	- Comparação dos desempenhos de atletas nas corridas de curta e longa distância dos Jogos Olímpicos de 1964 a 1968.....	32
Tabela	I.3	- Resultados das provas rasas de velocidade e meio-fundo dos Jogos Olímpicos de Verão de Tóquio, Cidade do México e Munique.....	34
Tabela	I.4	- Distribuição das cidades (capitais) e países dos atletas vencedores das provas rasas de 100 m, 200 m, 400 m e 800 m, nos Jogos Olímpicos de Tóquio, Cidade do México e Munique, em função dos respectivos fusos horários.....	35
Tabela	I.5	- Resultados das provas de fundo, rasas e com obstáculos, dos Jogos Olímpicos de Verão de Tóquio, Cidade do México e Munique.....	36
Tabela	I.6	- Distribuição das cidades (capitais) e países dos atletas vencedores das provas de fundo, rasas e com obstáculos, de 3.000 m c/obstáculos, 5.000 m, 10.000 m, maratona, e marchas de 20 km e 50 km, dos Jogos Olímpicos de Tóquio, Cidade do México e Munique, em função dos respectivos fusos horários.....	36
Tabela	II.1	- Evolução dos saltos em distância homens de 1896 a 2008, com acréscimos ($\Delta > 0$) e decréscimos ($\Delta < 0$).....	45
Tabela	II.2	- Evolução dos saltos em distância mulheres de 1948 a 2008, com acréscimos ($\Delta > 0$) e decréscimos ($\Delta < 0$).....	45
Tabela	II.3	- Comparação dos resultados dos saltos em distância masculino e feminino dos Jogos Olímpicos de Cidade do México.....	47
Tabela	II.4	- Expressões matemáticas das forças de atrito estático, da resistência do ar e da resultante do conjunto.....	85
Tabela	II.5	- Grandezas físicas presentes ao choque mecânico entre atleta e tábua de impulsão.....	89
Tabela	II.6	- Energias presentes ao choque mecânico entre atleta e tábua de impulsão....	92
Tabela	II.7	- Consequências da resistência do ar no lançamento oblíquo.....	99
Tabela	II.8	- Solução quando a velocidade v' (com intensidade igual a 10,32 m/s) tem sua direção definida pelo ângulo α ($= 45^\circ$), relativamente à horizontal (eixo-x).....	102
Tabela	II.9	- Solução quando a velocidade v' tem sua direção definida pelo ângulo α ($= 45^\circ$), relativamente à horizontal (eixo-x), mas a componente $ v'_x $ é que vale 10,32 m/s.....	103
Tabela	III.1	- Relação das medidas calculadas para a curva, com 8 raias, de uma <i>Pista</i>	118

Oficial de Atletismo.....

Tabela	III.2	- Pontos de referência da raia nas provas de 200 m e 400 m rasos, na curva..	119
Tabela	IV.1	- Relação dos 72 Cursos e Instituições de Educação Superior (Educação Física e Desporto) no Rio de Janeiro.....	140
		Relação dos 72 Cursos e Instituições de Educação Superior (Educação Física e Desporto) no Rio de Janeiro.....	141
Tabela	IV.2	- Relação Candidato x Vaga nos concursos de acesso para os Cursos de Educação Física e Desporto da UFRJ.....	142
Tabela	IV.3	- Relação de Vagas, Candidatos, Cursos, Organizações, Áreas e Programas – Brasil 2001, <i>por Vestibular e Outros Processos Seletivos</i>	143
Tabela	IV.4	- Relação de Vagas, Candidatos, Cursos, Organizações, Áreas e Programas – Brasil 2001, <i>por Vestibular</i>	144
Tabela	IV.5	- Relação dos 26 Cursos e Instituições de Educação Superior (Educação Física e Desporto) no Rio de Janeiro.....	146
Tabela	IV.6	- Relação Candidatos / Vagas (C/V).....	147

LISTA DE ABREVIATÖES E SIGLAS

AB	Atletas Brasileiros
ABC	Associação Brasileira de Corredores
AO	Atletas Olímpicos
BB	Bronze Brasileiro
BO	Bronze Olímpico
CAUCEL	Centro Universitário Celso Lisboa
CBA _t	Confederação Brasileira de Atletismo
CBDA	Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos
CE	Centro de Empuxo
CG	Centro de Gravidade
CM	Centro de Massa
COB	Comitê Olímpico Brasileiro
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DAES	Diretoria de Estatística e Avaliação da Educação Superior
EDFB	Bacharelado em Educação Física
EDFL	Licenciatura em Educação Física
EEFD	Escola de Educação Física e Desporto
EF	Educação Física
EFBA	Bacharelado em Educação Física
EFD	Educação Física e Desporto
EFLI	Licenciatura em Educação Física
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EPU	Editora Pedagógica e Universitária
EsB	Esportes Brasileiros
EsO	Esportes Olímpicos
EvB	Eventos Brasileiros
EvO	Eventos Olímpicos
FAERGS	Federação de Atletismo do Estado do Rio Grande do Sul
FAMATH	Faculdades Integradas Maria Thereza
FAMERC	Faculdade Mercúrio
FASAP	Faculdade Santo Antônio de Pádua
IAAF	International Association of Athletics Federations
IBUTG	Índice de Bulbo Úmido – Temperatura de Globo
INDESP	Instituto Nacional de Desenvolvimento do Desporto
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
IRD	Índice Relativo de Desempenho
ISEMI	Instituto Superior de Educação do Município de Itaperuna
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MSB	Centro Universitário Moacyr Sreder Bastos

NB	Nação Brasileira
NO	Nações Olímpicas
OB	Ouro Brasileiro
OO	Ouro Olímpico
PB	Prata Brasileira
PO	Prata Olímpica
SEF	Secretaria de Educação Fluminense
UBM	Centro Universitário Barra Mansa
UCB	Universidade Castelo Branco
UCP	Universidade Católica de Petrópolis
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UF	Unidade Federativa
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UGF	Universidade Gama Filho
UNESA	Universidade Estácio de Sá
UNIABEU	Abeu – Centro Universitário
UniFOA	Centro Universitário de Volta Redonda
UNIG	Universidade Iguazu
UNIGRANRIO	Universidade do Grande Rio Professor José de Souza Herdy
UNIPLI	Centro Universitário Plínio Leite
UNISUAM	Centro Universitário Augusto Motta
UniverCidade	Centro Universitário da Cidade
UNIVERSO	Universitário Salgado de Oliveira
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
USA	United States of America
USP	Universidade de São Paulo
UVA	Universidade Veiga de Almeida
WBGT	Wet Bulb-Globe Temperature

INTRODUÇÃO

Tomando por base alguns episódios naturais ocorridos durante os Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna, de 1896 a 2008, o presente trabalho pretende tornar evidentes influências positivas (ou negativas) produzidas pelos inerentes fenômenos físicos. Da mesma forma, aspira-se conferir efetivas inter-relações entre as práticas desportivas e os entes físicos, bem como verificar os benefícios que estudos permanentes de *“Física Aplicada aos Desportos”* possam trazer aos Desportos (ou Esportes) de Alto Rendimento.

Por outro lado, com base nos incentivos legais pertinentes, possibilitados atualmente pelas Políticas Públicas vigentes no país para os Desportos e, presentemente, pelos propósitos dos *“Centros de Excelência”* voltados para a pesquisa acadêmica do Desporto de Alto Rendimento e/ou Educacional, enquanto efetivas execuções destas mesmas Políticas Públicas, espera-se constatar quais subsídios, de fato, os currículos dos Cursos ou Habilitações de Educação Física e Desportos existentes no Estado do Rio de Janeiro vêm dando ao referido tema.

Então, como consequência natural, se pertinente o caráter interdisciplinar entre a Física e o Desporto (ou Esporte), proceder-se-ia a investigação da importância dada às contribuições que o estudo da *“Física Aplicada ao Desporto”* está a (ou poderá) proporcionar à formação dos ingressos aos cursos de formação (ou pós-graduação, enquanto futuros técnicos) em Educação Física e Desporto. Assim como, na medida do cabível, enfatizar-se-ia relações por ventura existentes entre a Ciência Física, a Tecnologia e a Sociedade dos (e nos) Jogos.

Para tanto, buscou-se a princípio, entender o que proporia a *“Física Aplicada ao Desporto”*, além das argumentações físicas conceituais concernentes e das peculiaridades de provas como a do salto em distância e suas regras, examinadas no texto. Ficando consignado, por sua vez, que pela sutileza das práticas desportivas as quais atletas e técnicos ficam sujeitos, as soluções racionais e concretas almejadas devido às situações particulares que requerem eficácia, somente podem ser alcançadas por meio de recursos próprios da Física. Haja vista não se ter encontrado na Biofísica¹, na Fisiologia², na Cinesiologia³ sequer na

¹BIOFÍSICA: “[...] ciência interdisciplinar que aplica as teorias e os métodos da física para resolver questões de biologia.” Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Biof%C3%ADsica> >. Acesso em: 6 nov. 2007. Segundo FRUMENTO, A. S.: “[...] biofísica es el estudio de los aspectos físicos de los fenómenos biológicos”. *Elementos de biofísica*, Buenos Aires, 1979.

² FISILOGIA: “[...] do grego physis = natureza e logos = palavra ou estudo [...], é o ramo da biologia que estuda as múltiplas funções mecânicas, físicas e bioquímicas nos seres vivos. De uma forma mais sintética, a fisiologia estuda o funcionamento do organismo.”. Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Fisiologia> >. Acesso em: 6 nov. 2007.

³ CINESIOLOGIA:

“[...] ciência que tem como enfoque a análise dos movimentos do corpo humano. O nome Cinesiologia vem do grego kinesis = movimento + logos = tratado, estudo. A finalidade da Cinesiologia é compreender as forças que atuam sobre o corpo humano e manipular estas forças em procedimentos de tratamento tais que o desempenho humano possa ser melhorado e lesão adicional possa ser prevenida.”. Disponível em:

Biomecânica⁴, em seus conteúdos programáticos peculiares, exemplar para os fenômenos investigados nesta dissertação nem sugestões que solucionem exemplos outros, similares aos ora levantados. Julgando-se, portanto, oportuno reivindicar-se, pelas evidências expostas, estudos pormenorizados desta matéria, a qual, no conjunto, intitulou-se *“Física Aplicada ao Desporto”*.

Quanto aos exemplos mencionados, dentre vários possíveis, enumeram-se: O equilíbrio hidrostático na vertical, de uma atleta na Natação Sincronizada; o ângulo que no Atletismo, o arremesso do peso, os lançamentos do disco, do dardo e do martelo ou mesmo, no momento da impulsão do(a) atleta nos saltos triplo e em distância, com o intuito de atingir o alcance máximo, precisa-se atingir; a região apropriada na qual, no Tênis e no Beisebol, o(a) atleta deve permitir o choque entre a raquete de Tênis ou o bastão de Beisebol e as suas respectivas bolas, para evitar a propagação de ondas mecânicas ao longo de seu braço; e a maneira como o(a) atleta deve chutar uma bola de Futebol, para que esta, independentemente da natural trajetória vertical parabólica, percorra, simultaneamente, outra trajetória horizontal curvilínea, no Futebol, a famosa “folha seca”⁵. Para todos eles, os resultados desejados quando analisados com coerência, levam as interações inerentes às estudadas em modelos da Física. Sejam nas considerações acima mencionadas, sejam no uso da sapatilha-de-prego para aumentar o atrito com o solo ou no emprego da vara de fibra de vidro, no salto com vara, para armazenar-lhe energia potencial elástica, a Física sempre está presente. Sendo assim, com base neste entendimento, o tema *“Física Aplicada ao Desporto”* justificar-se-ia como exclusiva contribuição da Física, admitida como ancoradouro numa alusão a filosofia de Ausubel, à Educação Física e ao Desporto. E mais, como um ramo, elo interdisciplinar entre a Física e a Educação Física, que decerto, em muito contribuiria para a ampliação dos conhecimentos daqueles profissionais que dela venham fazer uso na busca de melhores resultados atléticos, sejam eles professores, técnicos, atletas, alunos ou estudiosos.

< <http://pt.wikipedia.org/wiki/Cinesiologia> >. Acesso em: 6 nov. 2007.

⁴ BIOMECÂNICA:

“[...] estudo da mecânica dos organismos vivos. É parte da Biologia. De acordo com Hatze, apud Susan Hall, é “O estudo da estrutura e da função dos sistemas biológicos utilizando métodos da mecânica” A Biomecânica externa estuda as forças físicas que agem sobre os corpos enquanto a biomecânica interna estuda a mecânica e os aspectos físicos e biofísicos das articulações, dos ossos e dos tecidos histológicos do corpo.” Disponível em:
< <http://pt.wikipedia.org/wiki/Biomec%C3%A2nica> >. Acesso em: 6 nov. 2007.

⁵ FOLHA SECA: Que é uma folha seca?

“Didi, um dos melhores jogadores da história do futebol mundial, craque que ganhou o apelido de Príncipe Etíope devido seu estilo clássico e elegante de atuar em todos os times que passou pela sua vitória carreira, e também Folha Seca, decorrente de seu chute de longa distância que ganhava um efeito impressionante. Inventou a jogada em 1956, quando defendia o Fluminense [do Rio de Janeiro] em uma partida contra o América, pelo Campeonato Carioca. Machucado, o ex-jogador não podia dar chutes fortes de longa distância, por isso ele inventou uma nova forma de bater na bola. Acertava o meio da mesma que fazia uma curva espetacular e enganava o goleiro.” Disponível em:
< http://www.fanaticosporfutebol.com.br/time/noticia.asp?cod1_cod=38837&cod1_area=80&cod1_tipo=3 >. Acesso em: 6 nov. 2007.

Além da hipótese de estarem na Física as respostas para estas perguntas e para outras não inseridas na obra, em seu desenvolvimento buscou-se subsídios para a *“Física Aplicada ao Desporto”* concretizar melhorias dos resultados atléticos no *“Desporto de Alto Rendimento”*. Ademais, pesquisou-se como a *“Física Aplicada ao Desporto”* poderia se tornar disciplina regular nas escolas de Ensino Superior e Médio, bem como se já faz parte efetiva dos currículos das graduações/pós-graduações dos Cursos de Educação e Física e Desporto.

Por conseguinte, com o fim de alcançar tais intentos, adotou-se como preâmbulo o Capítulo I, e nele deu-se início aos estudos daqueles episódios olímpicos e naturais que pudessem confirmar as coordenadas geográficas das respectivas Sedes Olímpicas, as peculiaridades das provas de saltos e dos entes físicos reais. De forma que assim fosse possível mostrar não só as ações próprias dos fenômenos físicos presentes, mas também a interdisciplinaridade dos temas Física e Desporto (ou Esporte) dentro de um possível relacionamento da Física enquanto ciência e da Tecnologia destinada aos Desportos, com a Sociedade cativa.

Para o Capítulo II, ficaram, então, as contribuições específicas da Física, relativamente às forças que se entendeu atuar particularmente na prova do salto em distância (ou extensão). Tendo-se em mente, ainda, de que maneira seria apropriado utilizar estes conhecimentos favoravelmente à melhoria da performance daqueles atletas de alto rendimento, enquanto especialistas, incluiu-se nos estudos as forças de ação à distância, de ação por contato e fictícia, assim como o estudo do lançamento oblíquo inerente a prova estipulada.

No Capítulo III, por conta de no Atletismo durante provas oficiais, algumas medições físicas serem realizadas, tais como medidas de tempo, de distância, de altura, de velocidade do vento, as mais corriqueiras, entendeu-se que outras aferições, visando o cumprimento das “Regras” vigentes também poderiam se solicitadas ou determinadas pelos árbitros, como as massas (ou pesos) dos artefatos, tais quais a do dardo, do martelo, ou do peso. Ou ainda, o centro de massa do dardo e até mesmo, num exagero extremo, a granulometria ou densidade da areia contida na caixa de areia dos saltos horizontais. Sendo assim, propôs-se para este Capítulo, um estudo crítico sobre o comportamento dos(as) atletas durante suas provas e dos erros inerentes ao conjunto de atitudes e reações individuais que comprometem seus desempenhos.

Por fim, no Capítulo IV, após um breve histórico, chegou-se às Políticas Públicas voltadas no momento para os Desportos. Investigou-se igualmente no Ensino Superior, a situação da *“Física Aplicada ao Desporto”* nos currículos oferecidos pelo universo dos Cursos e Habilitações de Educação Física e Desporto encontrados no Estado do Rio de Janeiro e cadastrados como Instituição de Educação Superior (MEC/INEP). Por último, para compor o

cenário envolvido, usou-se a idéia de “*Rede de Associações*”, devido a Bruno Latour, para se concluir o trabalho.

Simultaneamente, como elemento essencial de todo este processo de investigação, recorreu-se à história e à evolução do salto em distância, à filosofia das ciências e dos Jogos, à mecânica dos fluidos, dos sólidos e das vibrações, às políticas públicas destinadas aos desportos, aos fenômenos de transporte, à estatística e à probabilidade e às atuais concepções de CTS, além da experiência oriunda da prática desportiva adquirida ao longo dos últimos quarenta e um anos, principalmente no Atletismo.

CAPÍTULO I

A FÍSICA NUMA RETROSPECTIVA DOS JOGOS OLÍMPICOS DE VERÃO

Em busca de evidências que corroborem existir significativas influências de entes da Física nos resultados Olímpicos⁶ alcançados pelos(as) atletas durante os Jogos Olímpicos de Verão⁷, optou-se em se relacionar os resultados ou marcas das provas de saltos vertical e horizontal⁸, masculino e feminino, dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna, de 1896 a 2008⁹.

Após o exame de literaturas disponíveis elaborou-se uma grande planilha, relacionando por ordem cronológica crescente dos Jogos Olímpicos, as cidades — Sedes Olímpicas, os países anfitriões e os anos destas ocorrências. Nesta mesma planilha foi possível lançar ainda as categorias masculinas e femininas para cada tipo de salto, bem como as classificações ouro, prata e bronze, conforme as marcas alcançadas pelos atletas. Incluiu-se também, um a um, os nomes dos atletas, as marcas e as respectivas nacionalidades concernentes às provas de salto com vara, salto em altura, salto em distância e salto triplo. Além disso, enfatizam-se igualmente os recordes olímpico e mundial, assim como aquelas ocasiões nas quais atletas brasileiros se destacam.

Esta planilha mãe, devido a sua extensão, foi desmembrada em cinco outras planilhas¹⁰ e ainda possibilitou a elaboração de quinze gráficos¹¹ ilustrativos que, pela forma como se apresentam, dão bem as dimensões das influências diversas, científicas, tecnológicas, sociais e a bem dizer, políticas, muito embora não sejam estas tratadas no presente texto por merecerem estudos exclusivos, compatíveis com suas importâncias, mas que em particular, revelam as ações naturais existentes e conduzem àquelas influências relacionadas com as latitudes e as altitudes das cidades sedes, o que por consequência permite estudar as

⁶ Resultados Olímpicos. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Atletismo_nos_Jogos_Ol%C3%ADmpicos_de_Ver%C3%A3o_de_2004>. Acesso em: 2 fev. 2008.

⁷ Jogos Olímpicos de Verão. Disponível em: <<http://www.quadrode medalhas.com/olimpiadas/index.htm>>. Acesso em: 2 fev. 2008.

⁸ CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO: *regras oficiais de atletismo*, São Paulo, Phorte, 2002, pp. 131-148. Disponível em: <http://www.cbat.org.br/regras/Regras_2008_2009.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2008.

⁹ Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Jogos_Ol%C3%ADmpicos_de_Ver%C3%A3o_de_1896>. Acesso em: 2 fev. 2008.

¹⁰ Cf. nos APÊNDICES as Planilhas A, B1, B2, C1 e C2.

¹¹ Gráficos referentes: Gráficos Latitudes x Jogos, Aceleração local da Gravidade x Jogos, Aceleração local da Gravidade x Latitude, Aceleração local da Gravidade x Altitude, Salto com vara Masculino, Salto em altura Masculino, Salto em distância Masculino, Salto triplo Masculino. Salto com vara Feminino, Salto em altura Feminino, Salto em distância Feminino e Salto triplo Feminino.

contribuições, contra ou a favor, da aceleração local da gravidade¹², da temperatura, da umidade, da massa específica e da pressão atmosférica como fatores físicos.

I.1 Indícios das Mudanças das Latitudes nas Sedes Olímpicas de Verão

Construído com base nos dados da Planilha A¹³, o gráfico da Figura I.1, ilustrada a seguir, mostra como variou a latitude, L , ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão e apresenta, em destaque, a Cidade de Amsterdã com uma latitude de $52^{\circ} 21' N$ ($52,35^{\circ} N$), a sexta maior latitude dentre as cidades sedes; a Cidade de Helsinque com uma latitude de $60^{\circ} 00' 00'' N$ ($60,00^{\circ} N$), a maior latitude dentre todas àquelas cidades sedes; e por derradeiro a Cidade do

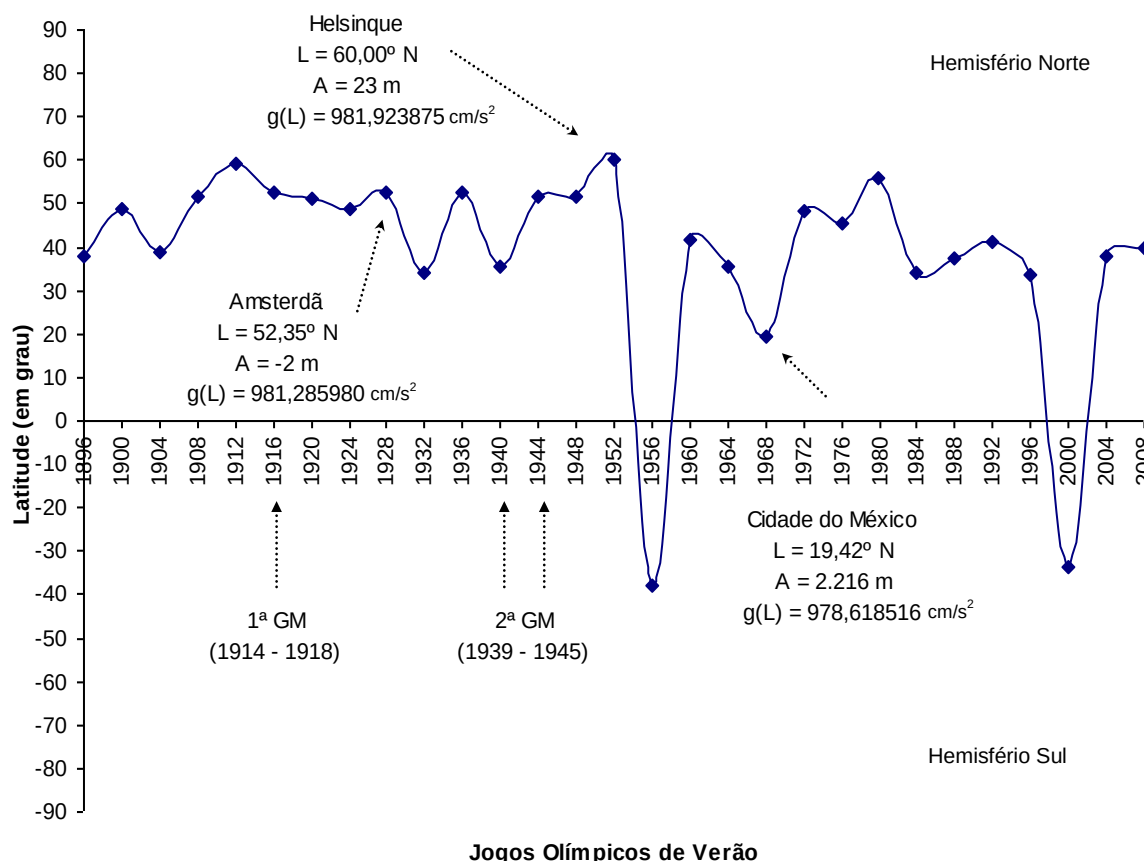


Figura I.1 – Amostra da variação da latitude, L , das Sedes Olímpicas ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.

¹² Aceleração Local da Gravidade. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Acelera%C3%A7%C3%A3o_da_gravidade>. Acesso em: 2 fev. 2008. Vide também: < <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0297-1.pdf>>. Acesso em: 3 fev. 2008.

¹³ Cf. APÊNDICE A – Relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna de 1896 a 2008, com suas respectivas coordenadas geográficas (latitude (L), longitude e altitude (A)) e a aceleração local da gravidade, $g(L)$, $g(A)$ e $g(L, A)$.

México com a latitude de 19° 25' 12" N (19,42° N), esta, situada a menor latitude dentre todas as sedes.

Enquanto Cidades, todas possuem suas particularidades, porém como se pôde ver, as diferentes latitudes, L , dão-lhes uma peculiar condição causal no tocante às influências que estas exercem na aceleração local da gravidade, $g(L)$. Daquela cidade de maior latitude (Helsinque) para a cidade de menor latitude (Cidade do México) observa-se uma variação de $g(L)$, aceleração local da gravidade em relação somente à latitude, L , considerando a Terra como um geóide e não como uma esfera, da ordem de aproximadamente 0,3366% ($\approx 0,34\%$).

Utilizando a Equação I.1 abaixo (MACEDO, 1976, p. 4; TIMONER, 1973, p. 116), o valor calculado para $g(L)_{Helsinque}$, que dá 981,9239 cm/s², diminui para um valor $g(L)_{Cidade\ do\ México}$ igual a 978,6185 cm/s².

$$g = g(L) = 978,0490 + 5,1723 \times \text{sen}^2(L) - 0,0058 \times \text{sen}^2(2 \times L) \quad (\text{Equação I.1})$$

Onde $g(L) = g_o = 978,0490$ cm/s² é o valor tomado como referência para a aceleração da gravidade ao nível do mar no equador (ALONSO & FINN, 1972, p. 483), com L expresso em grau e g em centímetro por segundo ao quadrado.

Já quanto à cidade de Amsterdã, onde $g(L)_{Amsterdã}$ vale 981,2860 cm/s², a variação de $g(L)$ em relação à cidade de Helsinque é apenas de aproximadamente 0,0650% ($\approx 0,07\%$). Contudo, é necessário neste caso considerar a influência da altitude abaixo do nível do mar, como se comentará mais adiante, daí sua citação.

I.2 A Variação da Aceleração Local da Gravidade com a Latitude Terrestre¹⁴

No gráfico da Figura I.2 a seguir, a variação da aceleração local da gravidade, $g(L)$, em função da latitude, L , é mostrada admitindo-se a Terra como tendo forma não esférica, ou seja, admitiu-se para a Terra o modelo físico com formato de um geóide, mas toma-se o nível do mar para referência destas medições. Este gráfico é similar ao exibido na obra *Fundamentos de Física* (HALLIDAY & RESNICK, 1991, p. 52), no qual o autor afirma que “[...] *Cerca de 65% da variação é devido à rotação da Terra e os 35% restantes decorrem das variações produzidas por causa da forma achatada da Terra*”. Nele, para o qual a Equação I.1 serve de base aos cálculos da aceleração local da gravidade, $g(L)$, indicou-se na curva as situações das Cidades de Helsinque, Amsterdã e México.

¹⁴ Latitude e Altitude Terrestre. Disponível em: <<http://www.cienciaviva.pt/latlong/anterior/gps.asp>>. Acesso em: 7 mar. 2008.

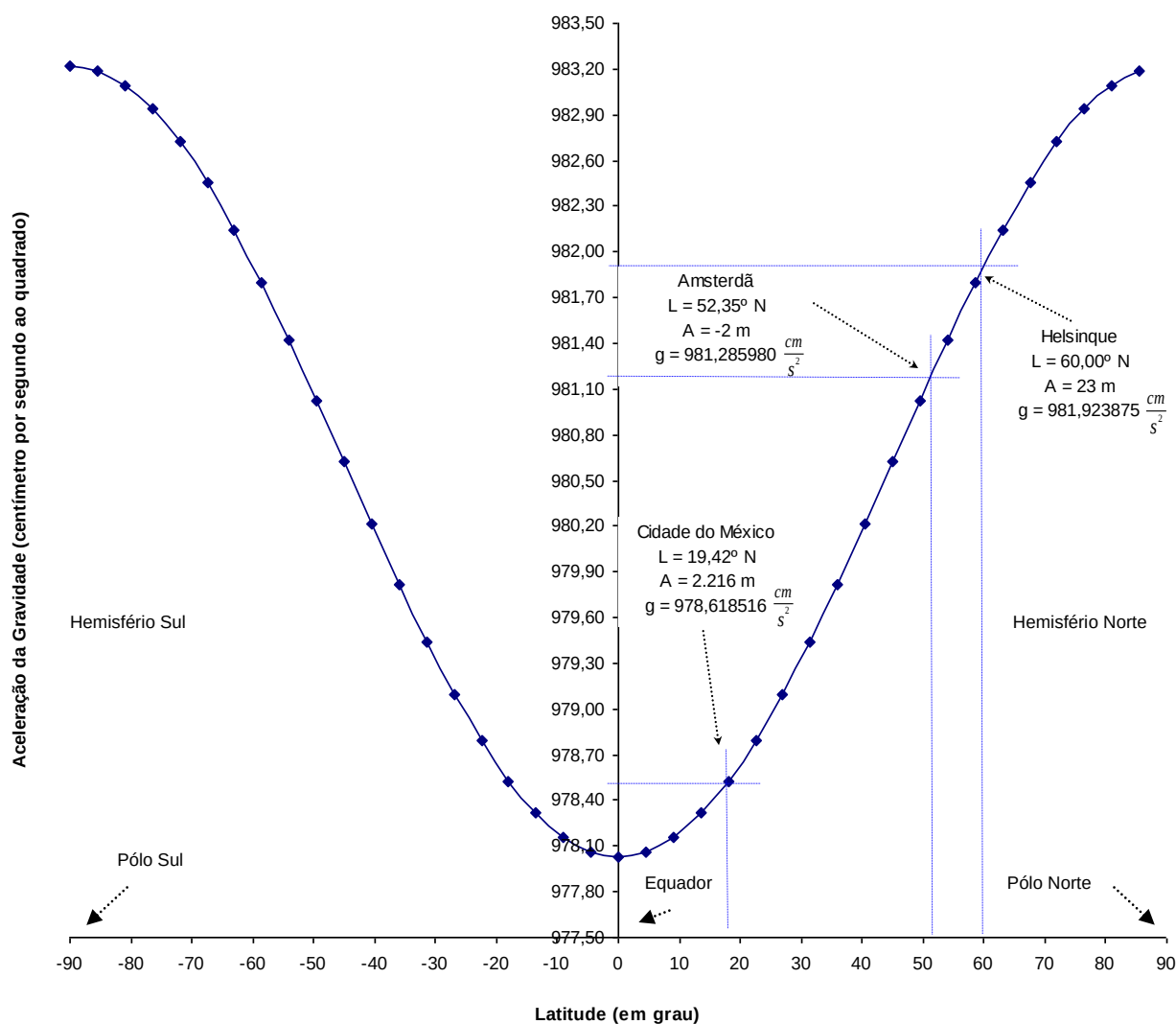


Figura I.2 – Amostra da variação da aceleração local da gravidade com a latitude terrestre, ao nível do mar.

I.3 A Aceleração da Gravidade nas Sedes dos Jogos Olímpicos Devido às Latitudes

Conforme se mostrou é inegável a contribuição que a latitude terrestre dá aos valores locais da aceleração da gravidade. Com isso, por não ser única, as Sedes Olímpicas levam os(as) atletas a experimentarem os efeitos inerentes às suas latitudes pontuais durante os Jogos. Assim, a latitude soma-se aos diversos outros fatores climáticos¹⁵ e naturais que transformam os bons resultados atléticos num produto imprevisível e por vezes de difícil obtenção para os(as) atletas que os almejam, mesmo para aqueles de alto rendimento.

¹⁵CLIMA. Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Clima> >. Acesso em: 2 mai. 2008.

Com isto em mente, aponta-se este pequeno obstáculo ao unir as várias medidas das acelerações locais da gravidade, $g(L)$, as latitudes, L , das respectivas Sedes Olímpicas e as datas ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão, chegando-se ao gráfico da Figura I.3, agora exposto. Nesta montagem, além das Cidades assinaladas por suas elevadas latitudes, Helsinque (1952) com $60^{\circ} 00' 00''$ N ($60,00^{\circ}$ N), Estocolmo (1912) com $59^{\circ} 23' N$ ($59,38^{\circ}$ N), Moscou (1980) com $55^{\circ} 45' 00''$ N ($55,75^{\circ}$ N), Berlim (1936) com $52^{\circ} 30' 00''$ N ($52,50^{\circ}$ N), Amsterdã (1928) com $52^{\circ} 21' N$ ($52,35^{\circ}$ N) e a Cidade do México (1968) com $19^{\circ} 25' 12''$ N ($19,42^{\circ}$), de mais baixa latitude, há de se notar o fato de que todas aquelas medidas de $g(L)$, sem exceção, encontram-se acima do valor correspondente àquele ao nível do mar, de $978,0490 \text{ cm/s}^2$.

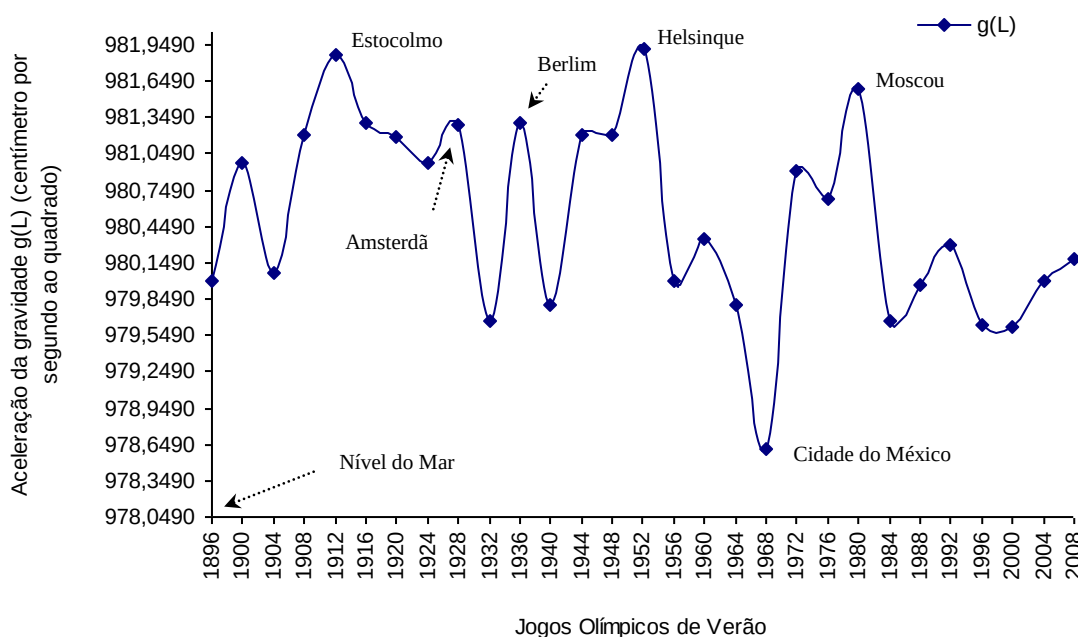


Figura I.3 – Amostra da variação da gravidade, $g(L)$, com a latitude, L , nas Sedes Olímpicas ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.

I.4 As Altitudes das Sedes Olímpicas de Verão

Ao escrever sobre latitude procurou-se estimar o quanto sua influência afeta a aceleração da gravidade nos locais investigados. O mesmo, dar-se-á com a altitude para as quais “[...] [os] estudos dos efeitos da altitude sobre a performance física começaram a ser realizados depois dos Jogos Olímpicos de 1968.” (REVISTA VEJA, 2007)¹⁶. Na sequência da

¹⁶ VEJA.COM. Efeitos das grandes altitudes. Perguntas & Respostas, dez. 2007. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/perguntas_respostas/altitudes/index.shtml>. Acesso em: 26 jun. 2008.

reportagem, seus autores, ao responderem a pergunta: “A altitude pode ser um elemento decisivo em uma disputa esportiva?”, acrescentam:

“A competição realizada na Cidade do México, a 2.400 metros [2.216 metros, para ser mais preciso], registrou nas corridas de média e longa distância o triunfo de atletas de países montanhosos, como Tunísia, Etiópia e Quênia, enquanto australianos e americanos, os favoritos, mal conseguiam alcançar a linha de chegada. Pesquisas confirmaram que o treinamento em altitude elevada produzia um ganho de desempenho em provas de resistência, e alguns países, como os Estados Unidos, começaram a levar seus atletas para se condicionar em cidades montanhosas.”.

Para os “Efeitos da altitude sobre o organismo e o desempenho físico [de desportistas]”, BUSS e OLIVEIRA (2006), argumentam que:

“As evidências sobre a questão altitude e desempenho são controversas. Estudos controlados com permanência na altitude, ou simulação de altitude em câmara hiperbárica, demonstram melhora no desempenho, enquanto outros, com semelhante metodologia, concluem que o treinamento em condições de hipóxia [“ métodos que se baseiam em limitar a oferta de oxigênio no corpo artificialmente, simulando altitude, para melhorar a performance”] ¹⁷ não provoca nenhum efeito aditivo no desempenho.”.

Ainda segundo BUSS e OLIVEIRA (2006), “No caso do atleta, a finalidade do treinamento na altitude é de preparação específica para uma competição, ou para submeter o organismo a um estresse fisiológico adicional em um determinado ponto do macrociclo de treinamento.” Controvérsias à parte, o fato é que, com a altitude, ampliam-se as influências físicas com consideráveis variações de temperatura e pressão atmosférica, bem como indesejáveis preocupações quanto à umidade relativa, temas que serão tratados mais à frente.

Por definição, a altitude, A, de um lugar pré-estabelecido é a coordenada geográfica vertical que se mede até este determinado lugar, quando se toma o nível médio das águas do mar como referência, ao se admitir um geóide Terra, altitude ortométrica¹⁸, e pode-se, com exceção de Amsterdã (- 2 metros), afirmar que todas as demais Sedes Olímpicas de Verão tenham altitudes positivas, enquanto, Amsterdã tenha altitude negativa.

Ilustrar graficamente as diferentes altitudes entre as Sedes Olímpicas facilitará o entendimento sobre as influências da altitude e da latitude na aceleração gravitacional do lugar. Nos tópicos a seguir, os gráficos propostos mostram a relação gravidade versus altitude e gravidade em função da altitude versus Jogos Olímpicos de Verão. Antes, no entanto, será mostrado o gráfico altitude versus Jogos Olímpicos de Verão para que se tenha um visual do

¹⁷ EQUIPE SPORTLAB. Disponível em: < <http://www.registration.com.br/Canais/Pages/TreinamentoemAltitude.aspx> >. Acesso em: 25 jun. 2008.

¹⁸ BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm>. Acesso em: 25 jun. 2008.

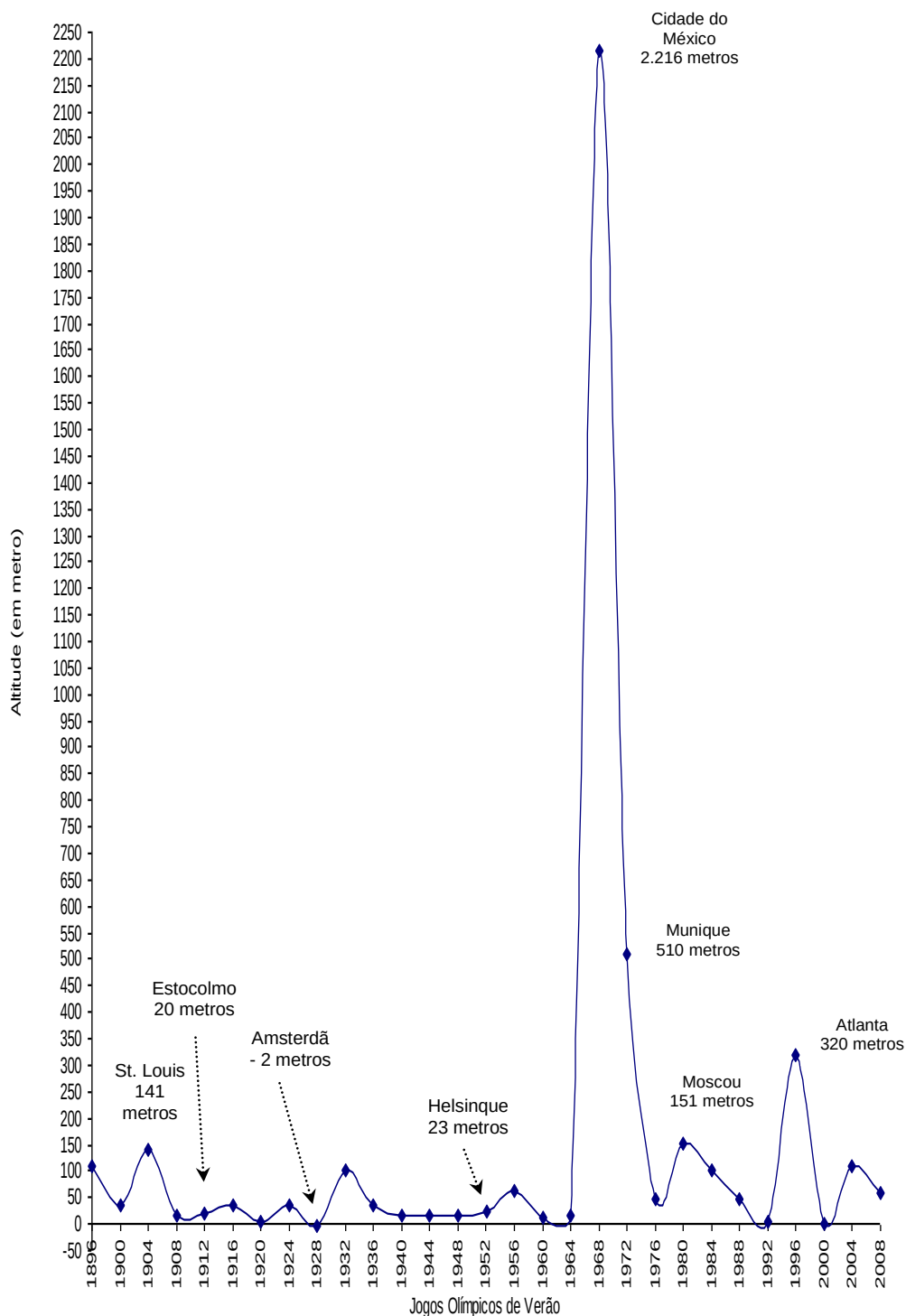


Figura I.4 – Amostra da variação da altitude das Sedes Olímpicas ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.

comentário anterior feito pela Revista Veja (2007) sobre a Cidade do México e, se permita avaliar qual dentre as duas grandezas, mais interfere nos valores atribuídos à gravidade local.

Note-se que a escala adotada para este gráfico altitude versus Jogos Olímpicos de Verão, Figura I.4, ficou por conta da clareza que se pretende dar, necessária para o destaque das localizações das demais cidades Sedes, relativamente a Cidade do México. Nele também

se contempla além da Sede da Cidade do México (1968) a 2.216 metros, as Sedes de Munique (1972) a 510 metros, de Atlanta (1996) a 320 metros, de Moscou (1980) a 151 metros e de St. Louis (1904) a 141 metros, completando assim, as cinco mais altas cidades Sedes dos Jogos. E, apesar de estar apenas a 23 metros do nível do mar, indica-se a Sede de Helsinque (1952) por ser esta, a Sede de mais elevada latitude ($60,00^\circ$ N) e a Sede de Estocolmo (1912) a 20 metros do nível do mar, por ser a segunda de maior latitude ($59,38^\circ$ N), assim como a Sede de Amsterdã (1928) pelo destaque de estar a menos 2 metros e, portanto, abaixo do nível do mar.

I.5 A Variação da Aceleração Local da Gravidade com a Altitude

O gráfico da Figura I.5 em seguida, ilustra a variação da aceleração local da gravidade, $g(A)$, com a altitude, A , quando se toma como base de referência o nível do mar. Nesta ilustração, é possível calcular as variações de $g(A)$ entre as cidades de Helsinque, Cidade do México e Amsterdã, para compará-las com as variações correspondentes relativas àquelas vistas anteriormente devidas à latitude, L .

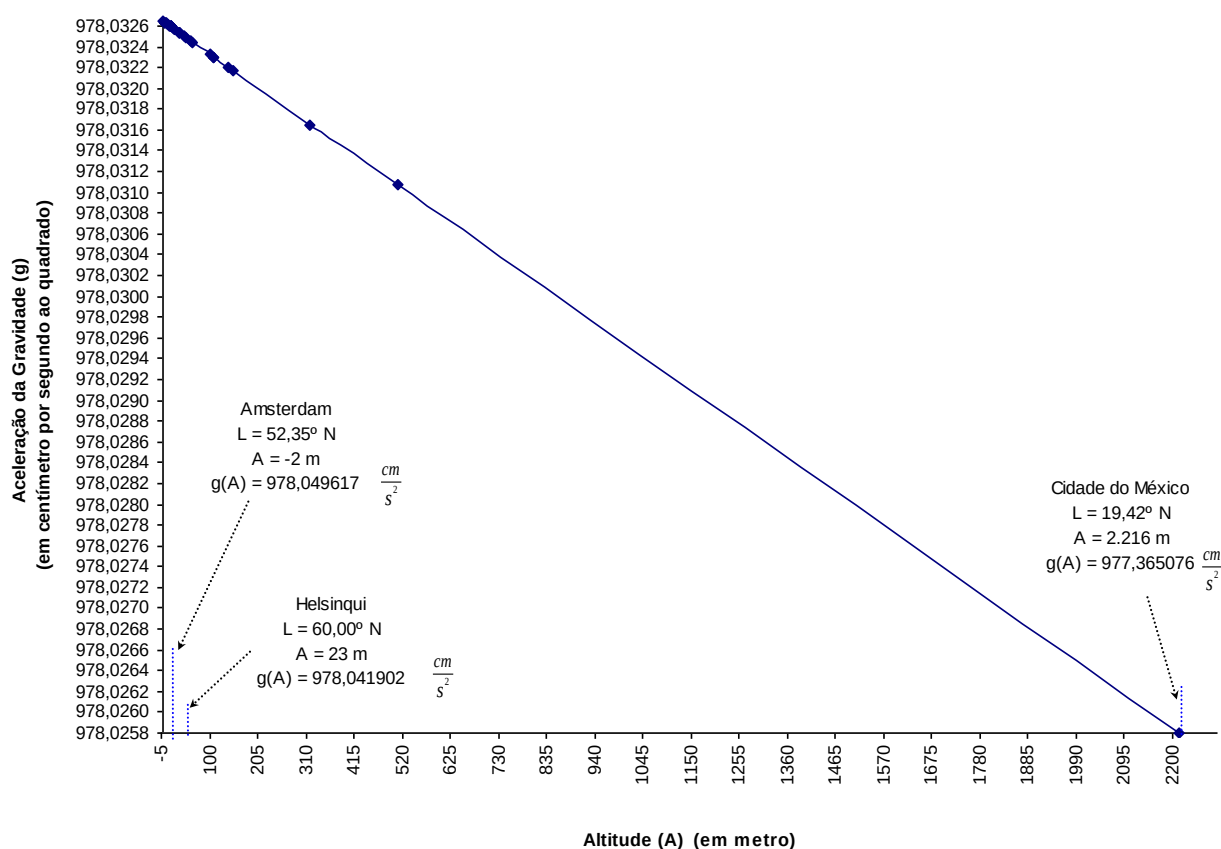


Figura I.5 – Amostra gráfica da variação da aceleração local da gravidade, $g(A)$, com a altitude, A , em relação ao nível do mar.

Pelas diferenças de altura entre as cidades de Helsinque, a 23 metros de altitude acima do nível do mar, onde $g(A)_{\text{Helsinque}}$ vale $978,0419 \text{ cm/s}^2$ e a Cidade do México, a 2.216 metros de altitude acima do mesmo nível, onde $g(A)_{\text{Cidade do México}}$ vale $977,3651 \text{ cm/s}^2$, a variação da aceleração da gravidade, $g(A)$, devido agora somente à altitude, A , atinge o percentual aproximado de $0,0692\%$ ($\approx 0,07\%$), influência esta $4,8643$ (≈ 5) vezes menor que aquela imposta à gravidade pelas latitudes locais (de $\approx 0,34\%$, página 7).

Da cidade mais baixa, a cidade de Amsterdã, a 2 metros abaixo do nível do mar, onde $g(A)_{\text{Amsterdã}}$ vale $978,0496 \text{ cm/s}^2$, a cidade mais alta, a Cidade do México, com altitude e gravidade já mencionadas, chega-se a aproximação máxima para a variação de $g(A)$ de $0,0700\%$ ($\approx 0,07\%$), valor este, que quando arredondado para apenas dois decimais, se confunde com aquele obtido para a relação Helsinque - Cidade do México do parágrafo anterior, o que justifica a precisão mostrada.

Outra comparação interessante, e que, apesar de ser diferente da anterior, a corrobora, permitindo avaliar ainda melhor o quanto a latitude interfere na gravidade local mais do que a altitude, quando se está próximo a superfície terrestre, é mostrada na Tabela I.1, a seguir:

Tabela I.1 — Comparação das acelerações da gravidade de Sedes Olímpicas em função das latitudes e altitudes locais

Jogos	Datas	Cidades	Latitudes (grau)	$g(L)$ (cm/s ²)	Altitude (metro)	$g(A)$ (cm/s ²)	$\Delta\%$
V	1912	Estocolmo	59,38 N	981,874997	20	978,042827	0,390291036
IX	1928	Amsterdã	52,35 N	981,285980	-2	978,049617	0,329808272
XV	1952	Helsinque	60,00 N	981,923675	23	978,041902	0,39534363
XIX	1968	Cidade do México	19,42 N	978,618516	2.216	977,365076	0,128082574

Fonte: Gráficos das Figuras I.2 e I.5

Nas linhas desta planilha comparativa, foram inseridos os valores correspondentes aqueles devido à mesma cidade Sede de interesse no momento, tanto para a gravidade local medida em função da latitude quanto para a aceleração local medida em função da altitude e, seus respectivos percentuais tirados da expressão abaixo (Equação I.2):

$$\Delta\% = \left(\frac{g(L) - g(A)}{g(L)} \right) \times 100\% \quad (\text{Equação I.2})$$

A curva estampada no gráfico da Figura I.5 anterior, derivou-se da Equação I.3 a seguir, como resultado da aplicação da lei da gravitação universal a uma altitude A qualquer, em centímetro, acima no nível do mar, onde $g(A)$, em centímetro por segundo ao quadrado ou Gal^{19} , é dada em função de G , a constante da gravitação, com o valor de $6,670 \times 10^{-7} \text{ Ncm}^2/\text{kg}^2$; de M , a massa da Terra, com o valor de $5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$; e, de R , o raio médio da Terra, com o valor de $6,37 \times 10^8 \text{ cm}$ (ALONSO & FINN, 1972, pp. 394; 483).

$$g = g(A) = \left(\frac{G \times M}{R^2} \right) - \left(2 \times \frac{G \times M}{R^3} \right) \times A \quad (\text{Equação I.3})$$

Outro gráfico de relevante importância no presente estudo, correspondente a questão vigente, é traçado como na Figura I.6, a seguir. Neste, mostra-se a aceleração da gravidade, $g(A)$, em função exclusiva da altitude, A , tomando-se o eixo das abscissas como equivalente ao nível do mar, nos anos dos Jogos Olímpicos de Verão.

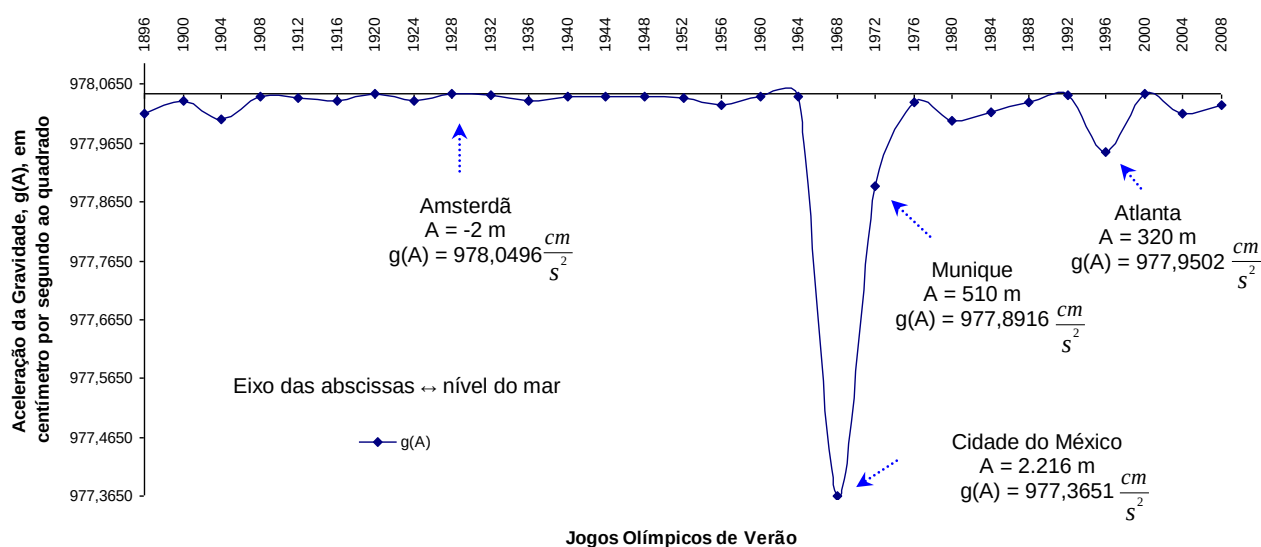


Figura I.6 – Amostra gráfica da variação da aceleração da gravidade, $g(A)$, com a altitude, A , em relação ao nível do mar, ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.

Apesar de a ampliação do gráfico na Figura I.6 deixar a desejar, é possível detectar nele o ponto de abscissa 1928, dos Jogos de Amsterdã, único abaixo do nível do mar, o que o faz posicionar-se pouco acima do eixo das abscissas por conta da diferença de $0,0006 \text{ cm/s}^2$ de $978,0496 \text{ cm/s}^2$ (em Amsterdã) para $978,0490 \text{ cm/s}^2$ (ao nível do mar). Ilustram-se ainda, os

¹⁹ Símbolo de galilleu, unidade de medida de aceleração no sistema CGS, igual à aceleração de um centímetro por segundo ao quadrado.

pontos de abscissas de 1996, dos Jogos de Atlanta, a 320 metros acima do nível do mar; de 1972, dos Jogos de Munique, a 510 metros acima do nível do mar; e, de 1968, dos Jogos da Cidade do México, que se sobressai enormemente aos demais.

I.6 A Variação da Aceleração Local da Gravidade com a Latitude e a Altitude Terrestre²⁰

Os efeitos causados pelas diferentes latitudes, bem como, pelas diferentes altitudes, superpõem-se em todas as Sedes Olímpicas da mesma forma como o faz, *a priori*, nos demais pontos do globo terrestre. Neste particular, a Cidade do México privilegia-se ao proporcionar aos atletas competidores a oportunidade de experimentarem uma gravidade local, simultaneamente em função da latitude e da altitude, $g(L, A)_{\text{Cidade do México}}$, no valor de 977,9346 cm/s², ou seja, uma gravidade 0,4056% (0,41%) menor que a experimentada em Helsinque, onde o $g(L, A)_{\text{Helsinque}}$ vale 981,9168 cm/s², e tudo por conta de ter não somente a menor latitude (19° 25' 12" N), mas também por possuir a maior altitude (2.216 metros), como já se havia dito.

Por indução, pode-se afirmar que, se, e somente se, todas as demais condições vigentes à época fossem observadas, a exceção da aceleração da gravidade, a marca do salto triplo do atleta Adhemar Ferreira da Silva²¹, de 16 metros e 22 centímetros, alcançada na Finlândia, nos XV Jogos Olímpicos de Verão de Helsinque, em 1952²², que rendeu ao atleta brasileiro sua primeira medalha de ouro para o Brasil, corresponderia a 16 metros e 29 centímetros, se a competição ocorresse na Cidade do México sob as mesmas condições já prefixadas, o que lhe garantiria uma performance 0,43% melhor que a obtida.

Ainda em Helsinque de 1952, o salto em altura do atleta brasileiro José Telles da Conceição²³, de 1 metro e 98 centímetros, salto este que lhe permitiu ganhar o terceiro lugar (medalha de bronze) — primeira medalha olímpica do Brasil²⁴ no Atletismo, seria acrescido em

²⁰ Latitude e Altitude Terrestre, *op. cit.*.

²¹ Adhemar Ferreira da Silva (São Paulo, 29 de setembro de 1927 – São Paulo, 12 de Janeiro de 2001), primeiro bicampeão olímpico brasileiro. Especialista do salto triplo conquistou as medalhas de ouro nos XV Jogos de Helsinque, 1952, e nos XVI Jogos de Melbourne, 1956. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Adhemar_Ferreira_da_Silva>. Acesso em: 10 mar. 2008.

²² Cf. APÊNDICE B – Relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna de 1896 a 2008, com os nomes e as nacionalidades dos atletas, por prova de salto, por premiação obtida e suas respectivas marcas, olímpica ou mundial.

²³ José Telles da Conceição (Rio de Janeiro, 31 de maio de 1931 – Rio de Janeiro, 18 de outubro de 1974), participou de três Olimpíadas conquistando uma medalha de bronze no salto em altura nos XV Jogos de Helsinque, 1952, primeira medalha olímpica do Brasil. Disponível em: <<http://pequim.abril.com.br/atletas/herois/jose-telles-da-conceicao/>>. Acesso em: 10 mar. 2008.

²⁴ Gazeta Esportiva, *Net*. A Primeira Medalha Esportiva para o Brasil. Disponível em: <<http://admin.gazetaesportiva.net/almanaque/andarecorrer/telles/abertura.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2008.

0,50%, passando à marca de 1 metro e 99 centímetros, desde que, como preestabelecido anteriormente, mantivessem-se inalteradas as circunstâncias a vigor.

Segundo TUBINO (1980, p. 428), os problemas da altitude carecem dos procedimentos adotados eficazmente pela metodologia científica do treinamento desportivo, aceitos internacionalmente. Necessário seria, no entanto, se os efeitos manifestados pela latitude, deveras relevante se comparados àqueles provocados pela altitude nas proximidades da superfície terrestre, não fossem ignorados. Essa relevância fica mais que evidente quando se plota num único gráfico os valores de $g(L)$, $g(A)$ e $g(L, A)$ para comparação direta da gravidade medida por conta da latitude, da altitude e em função conjunta da latitude e da altitude, respectivamente. Este gráfico, mostrado abaixo, Figura I.7, ilustra na parte inferior, próximo ao

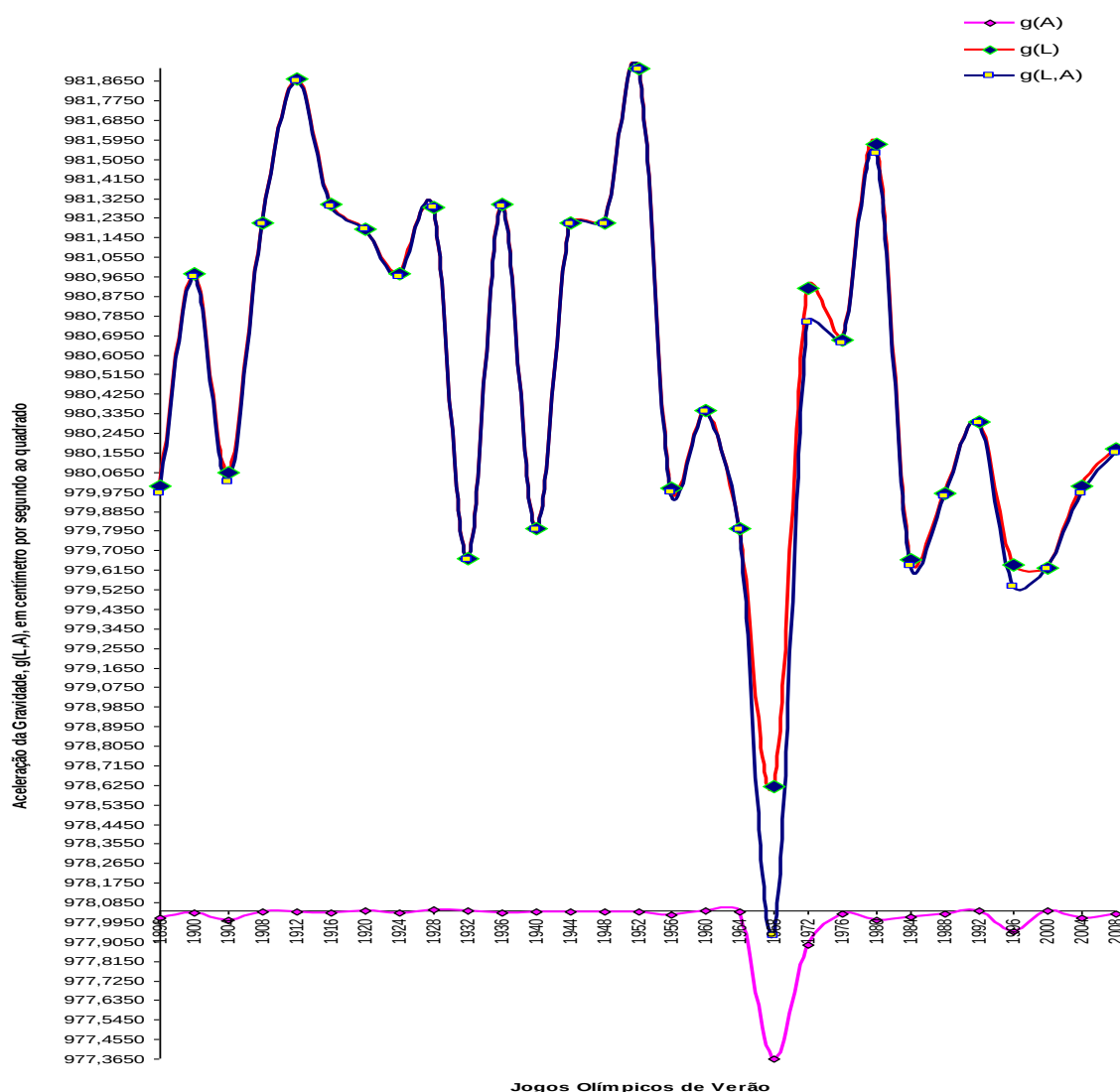


Figura I.7 – Amostra da variação da aceleração da gravidade, $g(L, A)$, com a latitude, L , e a altura, A , em relação ao nível do mar, ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.

eixo das abscissas, a curva devido à gravidade por influência da altitude, $g(A)$. Na parte superior, conflitando-se, encontram-se as curvas devidos as gravidades por influência da latitude, $g(L)$, e por influência conjunta da latitude e da altitude, $g(L, A)$. Interessante é que se note o quanto os valores agrupados da gravidade, $g(L, A)$, destoam dos valores de $g(A)$, por conta de $g(L)$.

A curva intermediária presente no gráfico da Figura I.7, foi obtida por meio da união das expressões identificadas como Equações I.1 e I.3, como mostra a Equação I.4, a seguir:

$$g = g(L, A) = 978,0490 + 5,1723 \times \text{sen}^2(L) - 0,0058 \times \text{sen}^2(2 \times L) - \left(\frac{2 \times G \times M}{R^3} \right) \times A \quad (\text{Equação I.4})$$

Sua validade reforça-se na semelhança, pois, segundo TIMONER (1973, p. 116),

“a aceleração devido à gravidade, em várias latitudes e altitudes acima do nível do mar, poderá ser obtida [...] através do uso da equação aproximada $g = 978,04 + 5,17 \times \text{sen}^2 \beta - 0,000092 \times A$ (cm/s²), onde β é a latitude em graus, e A é a altitude acima do nível do mar (em centímetros)”.

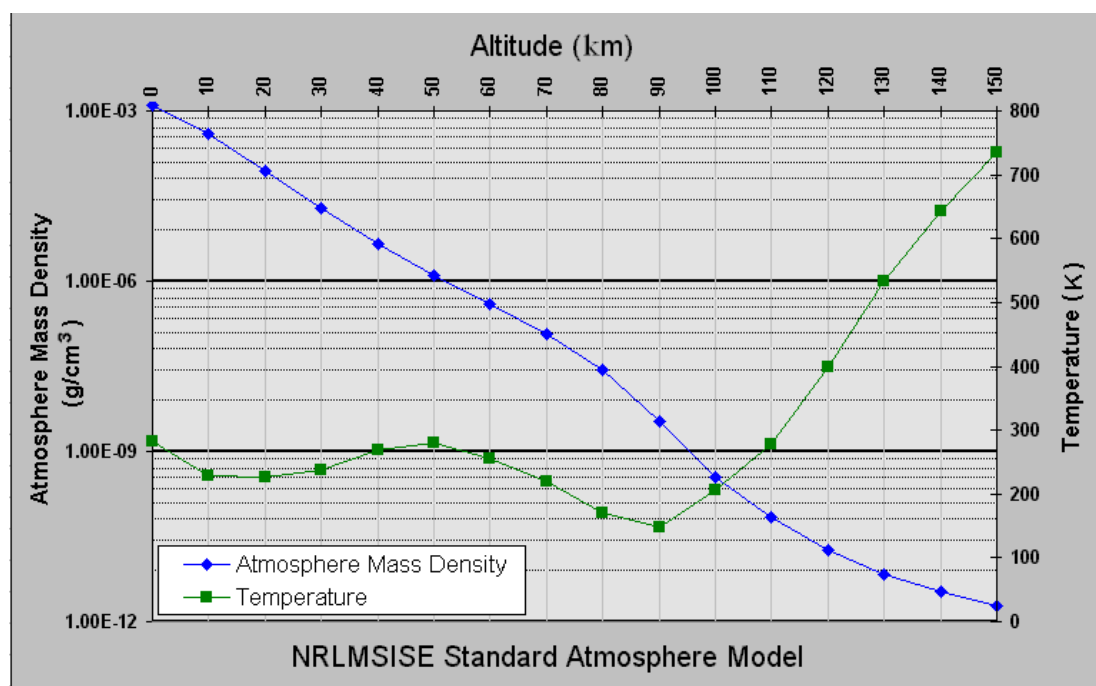
I.7 Conjunto de Condições Meteorológicas Inerentes aos Jogos Olímpicos

Por meio de subsequentes deslocamentos verticais, tomando-se como referência o nível do mar, verifica-se, com o auxílio de barômetros de mercúrio, que o peso das camadas esféricas da atmosfera superior diminui à medida que se sobe. Consequentemente, os volumes atmosféricos concêntricos dessas camadas esféricas mais elevadas ampliam-se, de modo a reduzirem seus respectivos pesos específicos (pesos volumétricos) ou, dito de outras formas, a reduzirem suas densidades (densidades relativas), ou ainda, a reduzirem suas massas específicas (massas volumétricas), caracterizando-se, então, como uma atmosfera rarefeita, que exerce menor pressão e que possui temperatura variável. A propósito, como já fora antecipado, os decorrentes elementos climáticos temperatura, pressão atmosférica e umidade são alterados pelos fatores climáticos²⁵ altitude e latitude, como se pretende conferir.

Para ilustrar a conexão entre altitude, temperatura e massa específica, no gráfico da Figura I.8 a seguir, com altitude em quilômetro (km), temperatura em Kelvin (K) e massa específica em grama por centímetro cúbico (g/cm³), correlaciona-se para uma “amostra padrão de atmosfera” (tradução nossa), esses elementos climáticos — legítimas grandezas físicas — no extremo não definido entre a camada atmosférica e o espaço exterior. Nela, percebe-se a

²⁵ **A Altitude, Exposição Geográfica e Correntes Marítimas.** Disponível em: <http://e-geographica.com/altitude_e_latitude.htm>. Acesso em: 1 jul. 2008.

variação decrescente quase linear da massa específica, cujo valor de $1,00 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ ao nível de referência, reduz-se um bilhão (10^9) de vezes ao atingir 150 km de altitude, caindo para cerca de $1,00 \times 10^{-12} \text{ g/cm}^3$. Já para a temperatura, inicialmente em cerca de 286 K (13 °C), há ocorrência de uma redução seguida de um aumento que volta a reduzir-se e a partir de seu ponto mínimo, em torno de 143 K (- 130 °C), sofre novo aumento, acentuado até o clímax em 743 K (470 °C), aproximadamente, cuja variação máxima aproximada, ao longo da extensão observada, gira em torno dos 600 K (600 °C).



Fonte: Wikipédia, a enciclopédia livre. Atmosfera terrestre.

Figura I.8 – Temperatura e Massa específica versus Altitude para uma amostra padrão de atmosfera.

A despeito de controvérsias quanto a real fronteira, admitir-se-á, conforme sugere WEYKAMP (s.d.), a espessura da atmosfera terrestre como possuindo perto de 700 km de camada gasosa. A Troposfera²⁶ (Figura I.9), compreendida nos limites de 0 – 7/17 km de altitude e que vai da superfície terrestre (0 km) a 7 km nos Pólos e 17 km nos Trópicos, com uma espessura média de 12 km, satisfaz com sobra a presente necessidade de estudo por contemplar as camadas atmosféricas pertinente aos Jogos Olímpicos de Verão. Nesta região da Troposfera, observa-se uma redução na temperatura denominada “*gradiente térmico vertical*” em torno de 0,64 °C por cada 100 m de elevação.

²⁶ ATMOSFERA TERRESTRE. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Atmosfera_terrestre>. Acesso em: 2 jul. 2008.

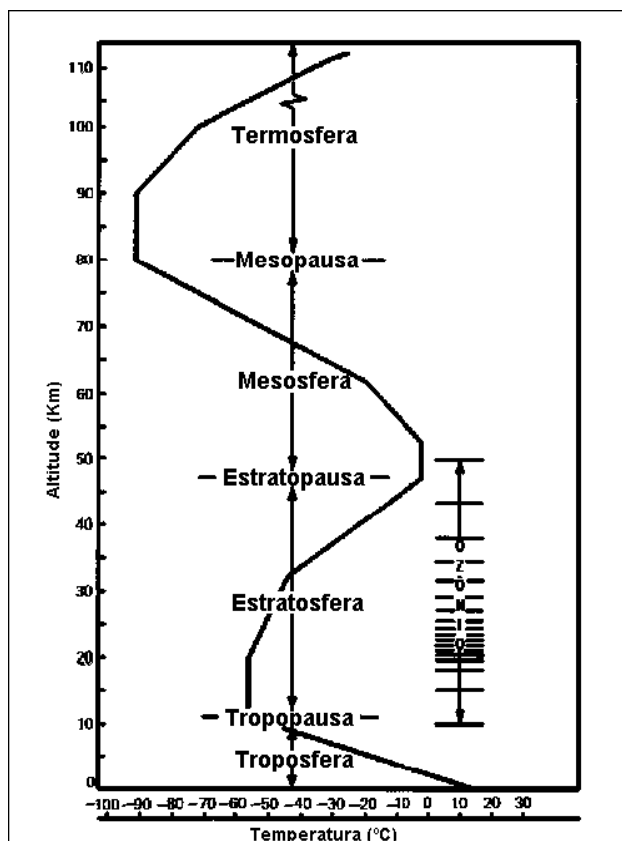


Figura I.9 – Variação média da temperatura nas camadas atmosféricas.

A importância dessas anotações, mesmo não se levando em conta outros elementos do clima tais como nebulosidade, precipitação e vento²⁷, bem como os fatores climáticos relevantes como os oceanos e suas correntes, a situação de relevos e continentes (WEYKAMP, s.d.) — a exceção da latitude já mencionada, está no fato de que “[...] [por] causa do frio e da dificuldade de adaptação do organismo ao clima, o músculo se contrai e assim compromete o gesto esportivo, o que favorece as lesões” (PINTO, 2006). No entanto, por falta de provas cabais que confirmem lesões ocorridas em atletas devido ao frio durante os Jogos levados a efeito nas Sedes Olímpicas mais próximas do Círculo Polar Ártico (66° 33’ 39’’ N), abaixo da Zona fria do Norte e acima da latitude de 55,00° N, como Estocolmo (1912), a 59,38° N, Helsinque (1952), a 60,00° N e Moscou (1980), a 55,75° N, não se deve ignorar que mesmo nos dias atuais, já decorridos em torno de sessenta anos, as temperaturas médias²⁸ daquelas regiões, considerando os períodos em que foram realizados tais Jogos, variam entre 15 e 17 °C. Até porque, como:

²⁷ Cf. Capítulo II, item II.2.2.1 f, sobre o vento, na parte relativa à resistência provocada pelo deslocamento do atleta no meio ar, sem vento e do deslocamento do atleta no meio ar, com vento contra, a favor ou cruzado.

²⁸ THE WEATHER CHANNEL. Medidas e Registros Mensais e Diários do Tempo. Disponível em: <[HTTP://br.weather.com/weather/climatology/SWXX0031](http://br.weather.com/weather/climatology/SWXX0031)>. Acesso em: 9 jul. 2008.

“[...] a maioria dos eventos esportivos são realizados em condições ambientais adversas, [isto] faz com que seja imperativo que os treinadores e sua comissão técnica observem a intensidade das mudanças climáticas e entendam o quanto é importante a aclimação de seus atletas quando competirem em ambientes quentes [e frios]. O desempenho esportivo é invariavelmente prejudicado quando efetuado em climas quentes [e frios], e pior ainda, o calor [e o frio] impõe [m] sérios perigos para a saúde do [s (as)] atleta [s]. [...]” (MAUGHAN, et al., 1998).

Com estes dados, contidos na Figura I.10²⁹ a seguir e na PLANILHA A³⁰, constata-se que as Sedes Olímpicas situadas entre as latitudes de 23° 26' N ($\approx 23,43^\circ$ N), Trópico de Câncer, e 66° 33' 39" N ($\approx 66,56^\circ$ N), Círculo Polar Ártico, e entre as latitudes de 23° 26' S ($\approx 23,43^\circ$ S), Trópico de Capricórnio, e 66° 33' S ($\approx 66,55^\circ$ S), Círculo Polar Antártico, com exceção da Cidade do México a 19,42° N, por pertencer à Zona quente ou intertropical, estão todas inseridas nas Zonas temperadas do Norte e do Sul, para as quais, em média, as temperaturas no mês de julho, segundo mês de maior incidência dos períodos de Jogos Olímpicos, com 58% aproximadamente, perdendo somente para o mês de agosto com 69% desses períodos, variam conforme indica a Figura I.11 posterior.

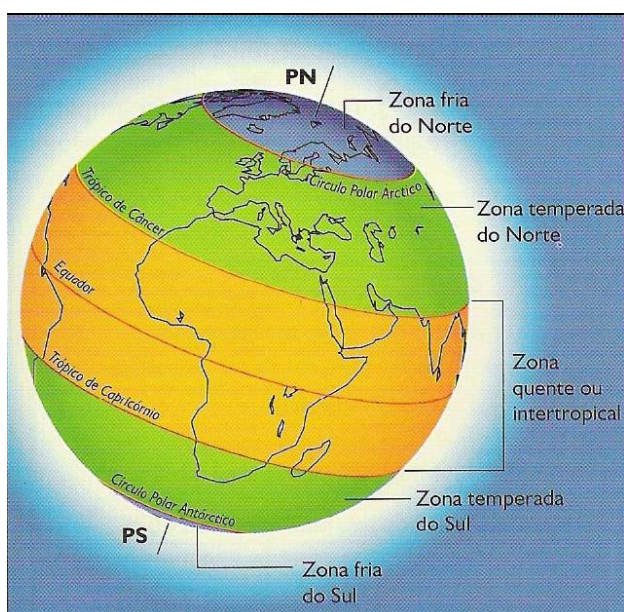


Figura I.10 – Zonas climáticas terrestre.

²⁹ FONTE: Características de tempo e clima da Terra. Disponível em: < http://www.master.iag.usp.br/ensino/oceano/aula_2.pdf >. Acesso em: 2 jul. 2008.

³⁰ APÊNDICE A – Relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna de 1896 a 2008, com suas respectivas coordenadas geográficas (latitude (L), longitude e altitude (A)) e a aceleração local da gravidade, $g(L)$, $g(A)$ e $g(L, A)$.

Nesta Figura I.11, observa-se não somente a diminuição da temperatura com o aumento da latitude, mas também os lugares geométricos dos pontos com idênticos valores de temperaturas médias, as chamadas isotermas.

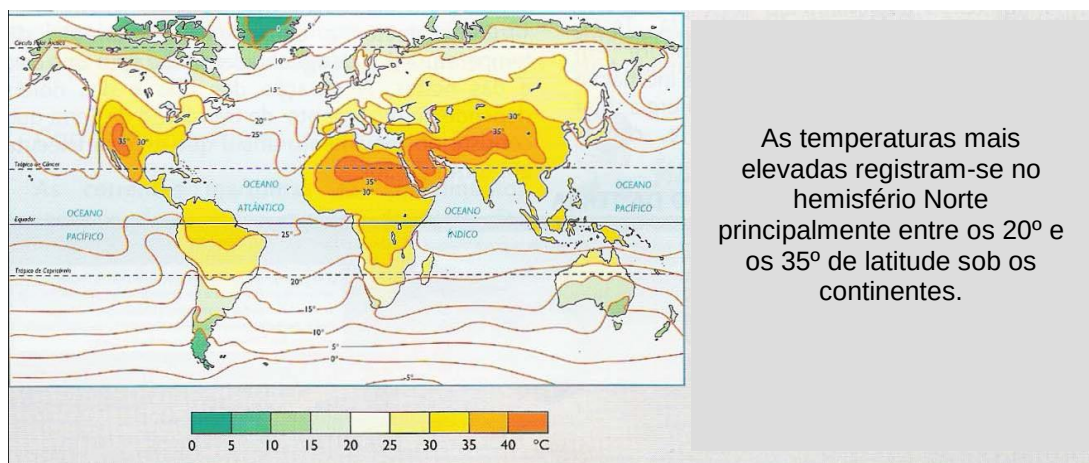


Figura I.11 – Distribuição média da temperatura no mês de julho.

De relatos³¹, nos Jogos de 1896 em Atenas, as provas da natação se deram na baía de Zea, junto ao porto do Pireus, em mar aberto com água salgada e gelada à temperatura em torno de 13 °C; na Antuérpia em 1920, a equipe de pólo aquático brasileira competiu em piscina com água à temperatura de 3 °C, numa disputa que dura (diz a regra)³², no mínimo, 28 minutos no total (“[...] 4 períodos de 7 (a 9) minutos cada [de tempo útil]”); fatos que confirmam, pelo menos, o quanto nadadores ficam expostos a baixas temperaturas.

Num outro extremo encontram-se as temperaturas médias elevadas, mais comuns nas regiões próximas/entre os Trópicos de Câncer e Capricórnio — a zona quente, conforme mostram as Figuras I.10 e I.11. No que se refere ao calor, relatos³³ mostram que devido ao “*esforço no calor*” durante a maratona dos Jogos Olímpicos de Los Angeles, em 1984, a latitude de 34° 03’ 00” N (34,05° N), a atleta suíça Gabriela Andersen-Scheiss completou a prova “*desidratada e desorientada*”, desmaiando logo após cruzar a linha de chegada. Outro relato³⁴ descreve o ocorrido ao atleta italiano Dorando Pietri, também durante a maratona, nos Jogos Olímpicos de Londres, em 1908, a latitude de 51° 30’ 00” N (51,50° N). Tudo leva a crer

³¹ CBDA – Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos. Tempos Heróicos: Pólo no gelo. Disponível em: <http://www.cbda.org.br/especiais/atenas/materia.php?mat_id=4645>. Acesso em: 9 jul. 2008.

³² *Ibid.* Regras do Pólo Aquático. Disponível em: <<http://www.cbda.org.br/especiais/ligamundialpolo/regras.php>>. Acesso em: 13 ago. 2008.

³³ Jogos Olímpicos de Verão de 1984. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Jogos_Ol%C3%ADmpicos_de_Ver%C3%A3o_de_1984>. Acesso em: 30 jul. 2008.

³⁴ Jogos Olímpicos de Verão de 1908. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Jogos_Ol%C3%ADmpicos_de_Ver%C3%A3o_de_1908>. Acesso em: 30 jul. 2008.

que o episódio refira-se a “*esforço no calor*”, apesar de a temperatura não ser mencionada na referência e de “*raramente [ascender] a mais de 33 °C*” durante os verões Londrinos³⁵.

De acordo com Nadel (1988, *apud* MAUGHAN *et al.*, 1998), e de comentários semelhantes de KAZAPI *et al.*, (2005), da Associação Brasileira de Corredores (ABC), “*Em ambientes frios, a maior parte do calor produzido [pelo corpo] é rapidamente transferido para o ar, porém quando a temperatura ambiente é superior à temperatura corporal ganha-se calor, e a temperatura do corpo pode se elevar a níveis perigosos. [...]*”.

Ainda quanto aos efeitos oriundos do excesso/falta de calor, afirma Nielsen *et al.* (1982, *apud* MAUGHAN *et al.*, 1998):

“Algumas vezes a exposição em ambientes quentes é inevitável, e nas horas em que o competidor é exposto a essas condições climáticas adversas, eles começam a se desidratar, e os efeitos adversos do calor no desempenho se manifestam, mesmo quando nas condições ambientais do local da competição estiver mais frio e mesmo quando o evento for de curta duração [o que não é o caso da maratona e da marcha atlética nos Jogos]. Em um estudo laboratorial, em que foi provocada uma desidratação equivalente a 2,5% do peso corporal, induzida antes do exercício, pelo uso de uma sauna, ocorreu uma redução de 30% na capacidade de trabalho quando os testes [foram] realizados em ambientes frios e por cerca de 7 min.”.

Parece não haver dúvida quanto aos efeitos de temperaturas “extremas” e da necessidade de aclimação por parte de atletas de alto rendimento que almejam resultados excelentes diante de competições da magnitude dos Jogos Olímpicos. O mesmo pretende-se dizer quanto a eventuais injúrias ocasionadas a atletas pelos efeitos da umidade, da pressão atmosférica e da poluição do ar.

I.8 Circunstâncias Relevantes de Termologia e Desporto

Não raro nos livros de ciências, encontram-se menções às leis que descrevem os fenômenos de transmissão de calor, de radiação e de processo de vaporização da água e outras mudanças do estado de agregação da matéria. Segundo seus autores, “*mesmo para temperaturas inferiores à da ebulição*”, GONÇALVES (1979, p. 142); no caso particular em que somente as moléculas da água próximas à superfície participam, a rapidez com que a então denominada evaporação da água ocorre, depende dos fatores tais como, área da superfície líquida exposta, temperatura ambiente, pressão atmosférica do meio, umidade relativa do ar e vento local, e ainda, diz OKUNO (1982, p. 120), “*atividade física do corpo [...] e seu isolamento térmico (roupas e gorduras)*”. Curiosamente, os fatores climáticos citados no parágrafo anterior, altitude e latitude, que afetam sobremaneira os elementos climáticos, a saber, temperatura

³⁵ LONDRES. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Londres>>. Acesso em: 30 jul. 2008.

ambiente, pressão atmosférica do meio, umidade relativa do ar e vento local assumem outro papel, porquanto, agora, sejam identificados também como fatores de evaporação.

Ao referir-se a estes fatores de evaporação lembra-se que,

“Numa temperatura ambiente normal e na ausência de trabalho [físico] ou exercício intensos, a perda de calor devido à ‘evaporação’ do suor não é significativa. Entretanto, ao fazer um exercício intenso sob uma temperatura alta, uma pessoa pode eliminar um litro de suor por hora [...] na razão de 580 cal por grama de suor evaporado.” (OKUNO, 1982, p. 122),

assim, pretende-se aludir ao fato de que *“[...] a capacidade termorregulatória insuficiente diante de um exercício realizado num ambiente quente e úmido representa um risco para a hipertermia, que causa uma série de distúrbios relacionados com o calor, constituindo-se uma situação potencialmente fatal (Silami-Garcia & Rodrigues, 1998)”*, como assevera VIMIEIRO-GOMES & RODRIGUES (2001) e que, por preceder enquanto justificativa de endosso ao fenômeno, evidencia o rigor da lei como bem enumera BLACKWOOD e outros (1958, p. 313):

“1. Área. [...] A rapidez de evaporação é proporcional à área da superfície. 2. Temperatura. [...] A evaporação aumenta quando a temperatura sobe. 3. Pressão do ar. [...] A rapidez de evaporação diminui quando a pressão atmosférica aumenta. 4. Umidade. [...] a rapidez de evaporação diminui quando a umidade aumenta. 5. Vento. [...] O vento aumenta a rapidez de evaporação.”

A julgar pelos indicadores constantes na literatura examinada, a citação anterior transcrita de Blackwood, está contida na lei de Dalton (J. Dalton (1766-1844)) para a evaporação em espaço não confinado. Lei esta, que revela uma evaporação contínua cuja duração perdura até o líquido esvair-se completamente e, uma rapidez de evaporação diretamente proporcional à área, S , da superfície livre do líquido e ao fator de evaporação, $F - f$, dado pela diferença entre a pressão máxima de vapor, F , do líquido na temperatura experimentada e a pressão de vapor, f , do mesmo líquido no meio ambiente onde se verifica a observação. E mais, a rapidez dessa evaporação mencionada também se mostra inversamente proporcional à pressão atmosférica, H , do local. Na Equação 1.5 a seguir, onde C aparece como constante de proporcionalidade própria de cada líquido, a expressão apresenta v , velocidade (rapidez) de evaporação, como a razão da massa, m , evaporada no tempo, t , considerado.

$$v = \frac{m}{t} = C \times \left[\frac{S \times (F - f)}{H} \right] \quad (\text{Equação 1.5})$$

Em locais com vento (ou corpos molhados em movimento), onde permanentemente se dá a troca da camada gasosa, sobre o líquido em questão, por outra com menor quantidade de vapor, o fator de evaporação, $F - f$, aumenta fazendo com que a evaporação aconteça com maior rapidez. Maior rapidez da evaporação também se dá quando, em havendo agitação, há aumento da superfície do líquido. Contudo, no caso em que $F = f$ pela saturação (passivo de ocorrer em locais confinados), deixa de haver evaporação. Singular também é o caso dos líquidos voláteis e não voláteis que se caracterizam por possuírem grandes e pequenos valores de C , respectivamente.

Então, reforçaria Armstrong (2000), “[...] *A capacidade do organismo em perder calor para o ambiente depende da secreção e evaporação do suor. À medida que a temperatura corporal aumenta, a sudorese também aumenta para evitar o acúmulo excessivo de calor no organismo.*” (apud VIMIEIRO-GOMES & RODRIGUES, 2001).

Ainda sobre evaporação afirma HEWITT (2002, pp. 298-299),

“[...] a evaporação é um processo em que ocorre resfriamento [...] [onde] as moléculas velozes que se libertam da superfície do líquido tornam-se mais lentas quando se afastam voando, devido à atração exercida pela superfície líquida. Portanto, embora a água seja resfriada durante a evaporação, o ar que está logo acima não é correspondentemente aquecido no processo [...] [sendo assim,] quanto mais rápido ocorrer a evaporação, mais rápido será o resfriamento resultante. Quando nossos corpos estão super aquecidos [como verifica-se durante treinamentos exaustivos], as glândulas sudoríparas produzem a transpiração [...] pois a evaporação do suor nos resfria e ajuda-nos a manter uma temperatura corporal estável. [...] A taxa de evaporação é maior a temperaturas [ambientes] altas [...] [contudo,] a água também evapora a temperaturas [ambientes] baixas, mas a uma taxa menor.”

“*Em ambientes com elevada temperatura e baixa umidade [...]*”, afirma MAUGHAN e outros (1998), “[...] *o único meio efetivo de perder calor é pela evaporação do suor excretado pela pele [...]*”. Entretanto, de acordo com divulgação na website³⁶, atribuída a Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (2005)³⁷,

“[...] Mesmo que uma boa hidratação durante o exercício prolongado no calor favoreça as respostas termorregulatórias e de performance ao exercício, não podemos garantir que em situações de extremo estresse térmico, ela seja suficiente para evitar uma fadiga ou choque térmico [...]”.

³⁶ SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE. Modificações Dietéticas, reposição Hídrica, Suplementos alimentares e Droga. Comprovação de ação Ergogênica e Potenciais Riscos para a Saúde, 2005. Disponível em: < <http://www.drashirleydecampos.com.br/noticias/17492> >. Acesso em 2 jul. 2008.

³⁷ SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE. Disponível em: < <http://www.medicinadoesporte.org.br/> >. Acesso em: 1 ago. 2008.

Segundo a reportagem divulgada neste *site*, existem recomendações específicas do Comitê em Medicina do Esporte e Condicionamento da Academia Americana de Pediatria³⁸, quanto ao grau de estresse térmico. Tais recomendações expressam-se pelo IBUTG - Índice de Bulbo Úmido – Temperatura de Globo (ou WBGT, do inglês *Wet Bulb-Globe Temperature*) que relaciona as medidas de temperatura do ar (T_{db}), umidade (T_{wb}) e radiação solar (T_g), contidas na expressão $WBGT = 0,7 \times T_{wb} + 0,2 \times T_g + 0,1 \times T_{db}$. Em que, como descreve VIMIEIRO-GOMES & RODRIGUES (2001),

“O IBUTG define os limites de tolerância humana para o estresse térmico ambiental (McCann & Adams, 1997; Silami-Garcia & Rodrigues, 1998), pois leva em consideração vários fatores ambientais como a temperatura de bulbo seco, a temperatura de bulbo úmido e a radiação do ambiente pelo termômetro de globo. O IBUTG pode orientar a prevenção das complicações ocasionadas pelo estresse térmico (Powers & Howley, 2000).”

1.9 A Longitude e as Consequências de sua Variação Temporal

Ao contrário da latitude, nada se falou até aqui sobre a longitude tão pouco sobre possíveis ou eventuais consequências em atletas. Nenhuma injúria relacionada aos meridianos das longitudes, em si, foi encontrada na literatura consultada, contudo, os efeitos provocados pela variação temporal da longitude ou, em outros termos, os efeitos provocados pela mudança de fusos horários (ou zonas horários), têm sido objetos de estudos. Santos, Mello & Tufik (2004 *apud* ALMONDES, 2006), comentam que:

“[...] atletas que atravessam vários fusos horários para competições podem apresentar distúrbios orgânicos proporcionados pelo conflito de novas pistas temporais do local de chegada em oposição com os horários endógenos de expressão de seus ritmos em sincronização com suas pistas do local de origem. Isso pode levar os organismos a algumas alterações que influenciarão negativamente a performance do atleta.”

Tais distúrbios estariam associados aos princípios cronobiológicos da ciência que trata dos ritmos (ciclos) e dos fenômenos físicos e bioquímicos periódicos verificados nos seres vivos³⁹. De acordo com Trine & Morgan (1995 *apud* ALMONDES, 2006), “[...] Dados da literatura têm demonstrado que existem variações fisiológicas em torno das 24 horas dos ritmos de temperatura corporal, frequência cardíaca, pressão arterial, cortisol, entre outros.”

No artigo intitulado “*cronobiologia para corredores*”⁴⁰ o autor comenta que “[...] Os ritmos cronobiológicos influem tanto nos fatores fisiológicos quanto nas habilidades motoras. Os

³⁸ Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. Disponível em: <<http://www.rgnutri.com.br/sap/tr-cientificos/dsbme.php>>. Acesso em: 1 ago. 2008.

³⁹ CRONOBIOLOGIA. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Cronobiologia>>. Acesso em: 11 ago. 2008.

⁴⁰ CRONOLOGIA PARA CORREDORES. Disponível em: <<http://www.copacabanarunners.net/tcrono.html>>. Acesso em: 11 ago. 2008.

fatores fisiológicos afetados incluem: força, velocidade, energia e resistência.” E conclui, “As habilidades motoras influenciadas incluem coordenação e tempo de reação [...]”.

Ainda segundo ALMONDES (2006), *“O conhecimento dessas variações, tanto em condições de repouso quanto durante o exercício físico, bem como a adaptação a situações geográficas adversas [como no caso dos Jogos Olímpicos], se tornam muito importantes para os atletas e para o seu desempenho.”*

Winget, Deroshia & Holley (1985), afirma ALMONDES (2006), *“comentam que a atividade atlética que ocorre muitas horas antes ou depois do pico de curva circadiana de determinado parâmetro fisiológico (ex., a temperatura) estaria potencialmente menor para uma eficiência otimizada e melhor performance do atleta.”*

Para Trine & Morgan (1995) e Atkinson & Reilly (1996), *apud* ALMONDES (2006), *“Vários estudos têm sugerido que existe uma variação circadiana para o desempenho esportivo, com alguns horários respondendo melhor nos treinamentos [...]”*. E Almondes completa, *“[...] podendo essa variação estar associada diretamente ao aumento da temperatura corporal ao longo do dia, pois há um pico de temperatura às 18h.”*

Para a referida autora *“[...] alguns recordes olímpicos aconteceram durante o final da tarde [o que evidenciaria] uma relação com o aumento da temperatura [...]”*, sugere.

No Informativo Técnico-Científico⁴¹ de número 5, do Comitê Olímpico Brasileiro (COB)⁴², observa a Dra. Ana Amélia BENEDITO, da Universidade de São Paulo (USP), que:

“[...] Em vôos que cruzam vários fusos horários [semelhante aos realizados pelos atletas brasileiros nos XXIX Jogos Olímpicos de Pequim de 2008], [...] com onze fusos horários a leste do fuso de Brasília, [...] o ciclo vigília-sono, ritmo biológico sensível às mudanças temporais do ambiente, sofre uma alteração de fase [...]. Estas alterações de fase geram no indivíduo um mal-estar, [...] [um] conjunto de sintomas que afetam pessoas após vôos que atravessam três [...] ou mais fusos horários [...] conhecido como jet-lag [...]. Entretanto, no caso do jet-lag os sintomas não desaparecem após uma noite de sono. Há em geral um mal-estar e uma sensação de ‘descompasso’ entre o horário do nosso corpo e o horário local. No caso de atletas, a prática do exercício físico fica mais difícil, até que o ‘descompasso’ desapareça [...]. Sabe-se [também] que o rendimento esportivo é fortemente dependente do sono – há uma perda de rendimento em torno de 10% após uma noite de sono de menos de três [...] horas, que pode facilmente ocorrer após uma mudança de fusos horários [...]. Wrigth et al. [diz a autora], mostraram prejuízos nos tempos de velocistas e de corredores de média distância que haviam realizado um vôo para o leste de mais de seis [...] fusos horários [...]. Resultados semelhantes foram encontrados na força das pernas em atletas que viajaram para oeste, com diferença de cinco [...] horas entre os horários locais: eles demoraram cinco dias para alcançar o pico de força máxima às cinco da tarde, que correspondia ao horário da competição (figura [...] [a seguir]).” (Figura I.12).

⁴¹ LABORATÓRIO OLÍMPICO. Informativo Técnico-Científico do Comitê Olímpico Brasileiro (COB), n. 5, jun/jul 2008. Disponível em: < http://www.cob.org.br/pesquisa_estudo/pdfs/laboratorio_olimpico_05.pdf >. Acesso em: 18 jun. 2008.

⁴² COB – Comitê Olímpico Brasileiro. Disponível em: < http://www.cob.org.br/sobre_cob/sobre_cob.asp >. Acesso em: 25 ago. 2008.

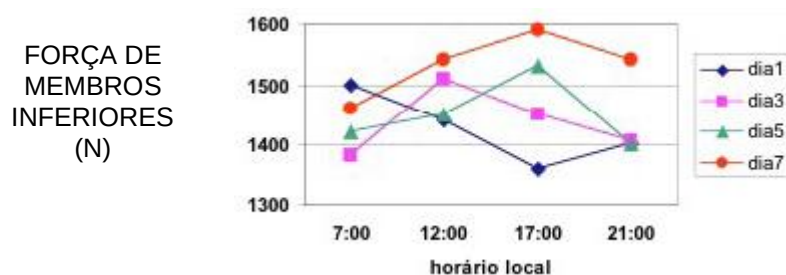


Figura I.12 – Mudanças de valores de força de membros inferiores em quatro horários, nos dias 1, 3, 5 e 7, após voar 5 fusos para oeste.

Ainda sobre os “Efeitos da Mudança de Fuso Horário no Desempenho Esportivo”, sugere BENEDITO (2008):

“[...] Para aliviar os inevitáveis prejuízos causados pela travessia de tantos fusos, sugerimos que os atletas sejam informados sobre os sintomas do jet-lag e que sejam orientados quanto aos horários mais adequados para dormir, treinar e se expor à luz brilhante, nos primeiros dias em Pequim.”.

I.10 Acerca da Pressão Atmosférica

No início do item 1.7, talvez não se tenha deixado claro a afirmação de que “*verifica-se, com auxílio de barômetros de mercúrio, que o peso das camadas esféricas da atmosfera superior diminui à medida que se sobe*”. Mesmo porque, barômetro de mercúrio é instrumento destinado a medir pressão atmosférica, e peso (força), se mede com auxílio de dinamômetro. Todavia, tomando-se como base o modelo original devido ao físico e matemático italiano Evangelista Torricelli (1608-1647)⁴³, apesar do barômetro de mercúrio, a princípio, não se propor a realizar diretamente a medição do peso da massa atmosférica superior, no estado de equilíbrio, o peso de sua coluna de mercúrio se iguala a força exercida por aquela massa gasosa enquanto atua sobre a superfície livre do mercúrio contido no reservatório do aparelho. Sendo assim, considerou-se naquela ocasião, implicitamente, apenas a relação de proporcionalidade existente entre a altura da coluna de mercúrio do instrumento (próxima de 760 mm quando ao nível do mar) e o peso local da camada atmosférica.

Portanto, repetindo-se com outros termos o que se mostrou no gráfico da Figura I.8 (item 1.7), a densidade do ar atmosférico diminui à medida que mais e mais se elevam as referências altimétricas, e como mais acima, mesmo não havendo alteração da composição do

⁴³ Evangelista Torricelli (1608-1647). Biografia. Disponível em: < <http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/EvanTorr.html> >. Acesso em: 12 ago. 2008.

ar, as camadas correspondentemente maiores estão em menor quantidade, as pressões exercidas por estas camadas eminentes tornam-se proporcionalmente diminutas, aliás, tal qual demonstrara Blaise Pascal (1626-1662)⁴⁴ por influência dos experimentos de Torricelli, lá pelos idos de 1647⁴⁵. Já para o professor da USP, Rubens Augulo Filho,

“[...] Sendo a pressão atmosférica a resultante do peso total da camada de ar existente, entre o limite superior da atmosfera e o solo, é evidente que o seu valor diminui à medida que aumenta a altitude, pois a camada de ar sobre o ponto considerado da superfície terrestre fica sendo menor.”.

Assim, e de acordo com MACEDO (1976, pp. 167/279-280), a fórmula barométrica, “em que M é a massa molecular média do ar, R a constante dos gases perfeitos, T a temperatura absoluta e g a aceleração da gravidade”, $p = p_0 \times e^{-g \times \left(\frac{M}{R \times T} \right) \times (y - y_0)}$, também conhecida por “fórmula barométrica de Laplace” ou “do nivelamento barométrico”⁴⁶ de Laplace” (Pierre Simon Laplace⁴⁷, matemático, astrônomo e físico-químico francês do século XVIII),

“[...] dá a pressão atmosférica, p , numa altura h [= $y - y_0$], admitindo-se a hipótese simplificadora de ser constante a temperatura ao longo duma coluna vertical [...] [e ainda permite] “reduzir a pressão p , lida na altura h , à pressão p_0 , lida na altura zero (nível do mar) e, também, determinar a altura h mediante o conhecimento de p e de p_0 .”.

Por meio do gráfico da Figura I.13 a seguir (RESNICK, 1981, p. 79), ilustra-se a relação que demonstra como a pressão atmosférica varia com a altitude, no ar, e em particular com a profundidade, na água, supondo uma pressão atmosférica unitária ao nível do mar. Deve-se observar, no entanto, que as escalas correspondentes ao eixo das coordenadas, y , são diferentes, sendo a parte inferior à curva para o ar, e a parte superior para a água; que a curva contínua, para o ar (como se de gases perfeitos fosse), foi determinada admitindo uma atmosfera isotérmica (o que implica num gradiente de temperatura nulo); uma massa específica proporcional à pressão do lugar; e, uma aceleração da gravidade independente da altitude, enquanto, para a curva tracejada (devido à atmosfera padrão dos Estados Unidos, em 1962), tais suposições inexistem.

⁴⁴ Blaise Pascal. Biografia. Disponível em: < <http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/BlaisePa.html> >. Acesso em: 12 ago. 2008.

⁴⁵ Blaise Pascal. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Blaise_Pascal >. Acesso em: 12 ago. 2008.

⁴⁶ Nivelamento Barométrico é aquele em que a diferença de nível é determinada, em função da variação da pressão atmosférica existente, entre pontos de diferentes altitudes da superfície terrestre. AUGULO FILHO, R.; *op cit.*, p. 37.

⁴⁷ Pierre Simon, Marquês de Laplace (1749 - 1827). Matemático, astrônomo e físico-químico francês Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Pierre_Simon_Laplace#Biografia >. Acesso em: 14 ago. 2008.

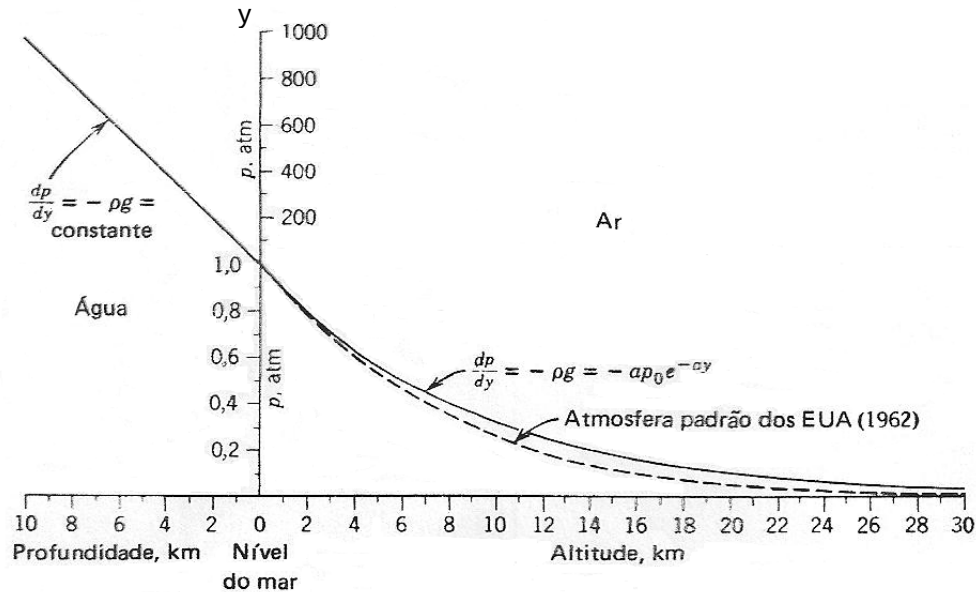


Figura I.13 – Variação da pressão com a altitude, no ar, e com a profundidade, na água supondo uma pressão unitária ao nível do mar, exatamente.

Na expressão $p = p_o \times e^{-g \times \left(\frac{\rho_o}{p_o}\right) \times y}$ exibida no gráfico da Figura I.13 (onde, fazendo $\frac{\rho_o}{p_o} = \frac{M}{R \times T}$, volta-se à fórmula barométrica de Laplace), considerou-se $g = 9,80 \text{ m/s}^2$, $\rho_o = 1,20 \text{ kg/m}^3$ (a 20°C), $p_o = 1,01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ($= 9,87 \times 10^{-6} \text{ atm}$), $y_o = 0 \text{ m}$, e $a = g \times \left(\frac{\rho_o}{p_o}\right) = 0,116 \text{ km}^{-1}$.

SISSOM (1979, p. 67) propõe um resultado para a pressão, expresso pela equação

$$p = p_o \times \left(\frac{T_o}{T_o + \lambda \times y} \right)^{\frac{g}{\lambda \times R}}$$
, onde T_o é medida absoluta de temperatura e R ($= 8,3143 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$) a constante dos gases perfeito, em que se considera uma taxa de queda ou taxa de transição, $\lambda \equiv \frac{dT}{dy}$, constante, do gradiente de temperatura para uma atmosfera iso-taxa-de-queda.

I.11 Efeitos Provocados pela Redução da Pressão Atmosférica

Mudanças produzidas no organismo por conta de variações da pressão atmosférica podem ser estudadas em fisiologia, entretanto, dentre os inúmeros interesses de estudos e, em particular, no das expressões barométricas mencionadas acima, mostra-se o quanto a pressão atmosférica varia com a altitude, com a temperatura e com a aceleração da gravidade local. A latitude, a umidade, o vento e o clima de um modo geral são também outros desses fatores de influências.

A facilidade com que corpos possam vir a se deslocar em meios rarefeitos, por conta de suas baixas pressões atmosféricas, possibilita estudar as resistências produzidas pelo atrito viscoso inerente aos arremessos de peso, disco, dardo e martelo (no Atletismo), e bolas (no Futebol, no Golfe, no Tênis, no Beisebol e outros), bem como, as resistências viscosas próprias aos deslocamentos de futebolistas, corredores e ciclistas.

A esse respeito, Chapman & Levine (2003, *apud* GELLER, 2005, p. 53), afirma que:

“Existem evidências científicas de que o processo de aclimação a uma determinada altitude [entenda-se: “altitude”, como “localidade com baixa pressão atmosférica”] aumenta a capacidade de performance nessas condições, tanto pelo processo de aclimação à altitude [menor pressão atmosférica] quanto pelas adaptações com o treinamento em hipóxia, ou uma combinação dos dois.”.

Para GELLER (2005, p. 53),

“[...] competições em locais com média e elevada altitude [e, portanto, com baixa pressão atmosférica] é capaz de demonstrar, na prática, a dificuldade enfrentada por atletas para sustentarem os desempenhos obtidos ao nível do mar [onde a pressão atmosférica vale, por convenção, 1 atm]. [Enquanto] [...] em altitudes superiores a 1.500 m [onde de acordo com o gráfico da Figura I.13 a pressão atmosférica vale cerca de 0,83 atm] [...] [é] fato comprovado [...] que [...] a capacidade de realizar esforço físico começa a ser afetada de modo mais contundente e esse efeito pode ser constatado, em maior ou menor grau, mesmo em sujeitos aclimatados.”.

Como afirma ALMEIDA & DaCOSTA (2007, p. 39)⁴⁸ *“[...] o organismo humano tem condições de funcionamento limitadas a determinados valores da pressão atmosférica do meio externo. As variações desses valores [de pressões] são detectadas e o mecanismo homeostático é posto em funcionamento para a busca de equilíbrio do meio interno.”.* Tal reação, que neste caso se dá para compensar *“[...] a variação da pressão parcial do oxigênio do ar [ambiente]”,* permite, segundo os autores, *“aumentar a pressão parcial do oxigênio do ar alveolar para que a absorção de gás pelas células não sofra solução de continuidade.”.*

I.12 De Pontos de Vistas a Controvérsias

Em trabalhos que precedem a este, há quem sustente existir danos à saúde a *“qualquer altitude acima”* do nível do mar (Fox *et al.*, 1991, *apud* GELLER, 2005, p. 53). No entanto, argumenta o autor, *“é consenso entre os pesquisadores que efeitos mais significativos somente acontecem a partir de 1.500 m”* o que, a princípio, fixa uma *“referência mínima [...] [para]*

⁴⁸ Meio ambiente, esporte, lazer e turismo: estudos e pesquisas no Brasil, VOLUME 1, 1967-2007. Ana Cristina P.C. de Almeida & Lamartine P. DaCosta (Editores) Editora Gama Filho, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: < <http://www.ufpa.br/numa/images/LivroMeioAmbiente.pdf> >. Acesso em: 6 ago. 2008.

estudos que envolvem altitude [com meio ambiente rarefeito] e desempenho físico” (Wilmore & Costill, 2001; Power & Howley, 2000; Fox *et al.*, 1991; *apud* GELLER, 2005, p. 53). Por isso, equívocos indesejáveis podem ser estabelecidos, conclui-se.

Para OLIVEIRA (2006, p. 77), em seu trabalho *“Nutrição para os praticantes de exercício em grandes altitudes”*,

*“Cefaléia, náusea e anorexia são sintomas provocados pela Doença Aguda das Montanhas [...]”. E diz mais: “[...] nos primeiros dias de permanência na altitude [por] [...] exposição aguda à hipóxia [(quando for o caso), ainda podem sobrevir] [...] sonolência, fadiga mental e muscular e prostração.”. Não obstante, no “[...] caso de atletas, a finalidade do treinamento na altitude é de preparação específica para uma competição, ou para submeter o organismo a um estresse fisiológico adicional em um determinado ponto do macrociclo de treinamento” (Townsend, Gore, Hahn, McKenna, Aughey, Clark *et al.*, 2002; *apud* OLIVEIRA, 2006, p. 78).*

Argumentando que a *“[...] altitude [enquanto local de baixa pressão atmosférica] parece não produzir o mesmo decréscimo na capacidade de performance quando se trata de desempenhos de curta duração [...]”*, GELLER (2005, pp. 53-55) faz uma análise dos tempos alcançados pelos atletas (homens e mulheres) nas provas rasas de velocidade de 100, 200 e 400 metros e na prova de meio-fundo de 800 m rasos, dos XIX Jogos Olímpicos de 1968, ocorridos na Cidade do México; segundo o autor a 2.300 m acima do nível do mar. Para o escritor, os desempenhos tanto masculino quanto feminino *“não foram afetados”*, permitindo aos atletas, na ocasião, corridas mais rápidas do que as imprimidas nos XVIII Jogos Olímpicos de Tóquio, quatro anos antes, levando todos a baterem os recordes Olímpicos até então estabelecidos.

Falando das provas rasas de fundo, 5.000 m, 10.000 m, maratona (com 42.195 m) e 50.000 m da marcha atlética (sem menção à marcha atlética dos 20.000 m) e da prova de 3.000 m com obstáculos, todas praticadas somente pelos atletas homens até os XXIII Jogos Olímpicos de 1984, em Los Angeles, quando então, as mulheres participaram pela primeira vez das provas de 3.000 m rasos e da maratona, afirma GELLER (2005, p. 54) que, devido estas provas serem *“predominantemente aeróbicas, todos [os] tempos aumentaram de forma significativa em comparação com 1964 [(Jogos de Tóquio)]”*, sugerindo que se observem as *“Tabelas comparativas [...]”* mostradas na Tabela I.2, a seguir:

Tabela I.2 — Comparação dos desempenhos nas corridas de curta e longa distância nos Jogos Olímpicos de 1964 e 1968

Jogos Olímpicos	Corridas de Curta Distância: Homens				Corridas de Curta Distância: Mulheres			
	100 m	200 m	400 m	800 m	100 m	200 m	400 m	800 m
1964 (Tóquio)	10,0 s	20,3 s	45,1 s	1 min 45,1 s	11,4 s	23,0 s	52,0 s	2 min 1,1 s
1968 (México)	9,9 s	19,8 s	43,8 s	1 min 44,3 s	11,0 s	22,5 s	52,0 s	2 min 0,9 s
% de alteração*	+ 1,0	+ 2,5	+ 2,9	+ 0,8	+ 3,5	+ 2,2	0,0	+ 0,2

Jogos Olímpicos	Corridas de Longa Distância: Homens					
	1.500 m	3.000 m	5.000 m	10.000 m	Maratona (42.195 m)	Marcha atlética de 50.000 m
1964 (Tóquio)	3 min 38,1 s	8 min 30,8 s	13 min 48,8 s	28 min 24,4	2 h 12 min 11,2 s	4 h 11 min 11,2 s
1968 (México)	3 min 34,9 s	8 min 51,0 s	14 min 05,0 s	29 min 27,4	2 h 20 min 26,4 s	4 h 20 min 13,6 s
% de alteração*	+ 1,47	- 3,95	- 1,95	- 3,70	- 6,24	- 3,60

Fonte: Powers & Howley (2000), p. 442

Disponível em: < http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=59 >. Acesso em: 28 jul. 2008.

* Cálculo semelhante ao da Equação I.2 do item I.5

Na sequência, esclarece ainda sobre o *“salto em distância com o recorde histórico de 8,92 m [8,90 m para ser mais exato] do americano Bob Beamon”*, mantido por 23 anos (de outubro de 1968 a agosto de 1991). De acordo com a hipótese sustentada, por ser este um *“[...] outro exemplo que parece confirmar as evidências anteriores”* (referindo-se aos *“[...] acontecimentos, nas provas de sprint [velocidade] [...]”*), tais evidências justificar-se-iam pelas *“duas explicações básicas”* apresentadas por Chapman & Levine (2003 *apud* GELLER, 2005, p. 54) quando, de antemão, as relacionam em primeiro com *“a menor densidade do ar [...] [gerado pela] pressão atmosférica reduzida [num] ar [...] menos denso, facilitando [assim,] de forma substancial [o] deslocamento do atleta em função da redução do atrito [viscoso].”* E em segundo, pelo *“[...] metabolismo energético usado durante a atividade.”*

Como, então, tornar mais abrangente essas sucessões de idéias contidas nas informações dos três últimos parágrafos, de maneira a torná-las mais explícitas? Por que, ao concluir-se a leitura do texto referendado (GELLER, 2005, pp. 53-55), ficou-se com a impressão de que a redução da pressão atmosférica (*“altitude”*, como fora escrito) por si só, possibilitara o meio extraordinário que permitiu o sucesso daqueles atletas olímpicos, apesar dos inúmeros outros fatores físico-ambientais presentes? Sendo assim, julgou-se pertinente inserir um levantamento pormenorizado daqueles dados, por entender-se que os mesmos ressaltam fatos simultâneos que não se fazem sentir com intensidade, mas que carecem de maior atenção, por suas ocorrências “discretas” enquanto fatores físicos inerentes aos Jogos Olímpicos já citados, quais sejam, latitude, longitude, altitude, temperatura, densidade, massa específica, pressão atmosférica, umidade, vaporização, radiação solar, vento e tantos outros

não mencionados como, por exemplo, os fenômenos de transporte de massa, momento e energia. Todos, aliás, de influências notáveis aos Desportos de um modo geral e que, não somente consolidam o presente estudo por sua necessidade, como também advertem para o descaso explícito desses estudos de “Física Aplicada aos Desportos” nos meios acadêmicos e desportivos do país, como mais adiante se pretende mostrar.

Para isto, tendo-se em mente os diferentes fatores físico-ambientais já estudados, bem como todas as influências outras, quaisquer que sejam suas origens, mas com reais predomínios diretos ou indiretos sobre as organizações dos Jogos e de alguma forma, sobre a performance dos atletas em última estância, num rápido apanhado, ilustram-se nas Tabelas I.3 e I.5 a seguir, os resultados Olímpicos referidos nas “*Tabelas comparativas [...]*” da Tabela I.2; incluí-se ainda como parâmetro os Jogos de Munique de 1972 e, na Figura I.14 posterior, mostram-se com fidelidade os resultados gráficos dos saltos em distância masculino dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna, de 1896 a 2008.

Nos quadros a seguir (Tabela I.3):

- Com exceção da atleta americana vitoriosa Wyomia Tyus, medalha de ouro nas provas de 100 m rasos nos Jogos de Tóquio e Cidade do México, nenhum outro atleta (homem ou mulher) dentre aqueles das provas listadas, ressurgiu como ganhador do mesmo evento. E este fato, parece ser determinante para que se possa concluir sobre influências, quaisquer que sejam;
- A Sede dos Jogos na Cidade do México a 2.216 m, relativamente ao nível do mar, ficou a 2.201 m acima da Sede Olímpica de Tóquio, situada apenas a uma altitude de 15 m da mesma referência, enquanto a Sede Olímpica de Munique, ficou a 510 m. A latitude de Tóquio é de 35° 42' 00" N (35,70° N), a da Cidade do México é de 19° 25' 12" N (19,42° N) e a de Munique é de 48° 08' N (48,13° N). Estes dois fatores, altitude e latitude, contribuem para uma aceleração gravitacional de 979,8004 cm/s² em Tóquio, de 977,9346 m/s² na Cidade do México e de 980,7540 cm/s² em Munique. Com base na aceleração gravitacional de 978,0490 cm/s² ao nível do mar, a de Munique é 0,2758 % maior, a de Tóquio 0,1788 % também maior e a da Cidade do México 0,0117 % menor. Portanto, isto significa ser mais difícil locomover-se (correr, saltar, arremessar etc.) em Munique do que em Tóquio e, por sua vez, na Cidade do México (Figuras I.2; I.3; I.5; I.6 e I.7).

Tabela I.3 — Resultados das Provas Rasas de Velocidade e Meio-fundo dos Jogos Olímpicos de Verão de Tóquio, Cidade do México e Munique.

Cidade Ano	Cat.	Prêmio	Provas Rasas de Velocidade e Meio-fundo para Homens											
			100 m			200 m			400 m			800 m		
			Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País
Tóquio 1964	M	Ouro	Bob Hayes	10,0 s RM	USA	Henry Carr	20,3 s	USA	Michael Larrabee	45,1 s	USA	Peter Snell	1 min 45,1 s	Nova Zelândia
Cidade do México 1968	M	Ouro	Jim Hines	9,95 s RM	USA	Tommie Smith	19,83 s RM	USA	Lee Evans	43,86 s RM	USA	Ralph Doubell	1 min 44,40 s RM	Austrália
Munique 1972	M	Ouro	Valeri Borzov	10,14 s	União Soviética	Valeri Borzov	20,00 s	União Soviética	Vicent Matthews	44,66 s	USA	Dave Wottle	1 min 45,86 s	USA

Cidade Ano	Cat.	Prêmio	Provas Rasas de Velocidade e Meio-fundo para Mulheres											
			100 m			200 m			400 m			800 m		
			Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País
Tóquio 1964	M	Ouro	Wyomia Tyus	11,4 s	USA	Edith McGuire	23,0 s RO	USA	Betty Cuthbert	52,0 s	Austrália	Ann Packer	2 min 01,1 s	Grã Bretanha
Cidade do México 1968	M	Ouro	Wyomia Tyus	11,08 s	USA	Irena Szewinska	22,58 s	Polônia	Colette Besson	52,03 s	França	Madeline Manning	2 min 00,92 s	USA
Munique 1972	M	Ouro	Renate Stecher	11,07 s	Alemanha Oriental	Renate Stecher	22,40 s	Alemanha Oriental	Monika Zehrt	51,08 s	Alemanha Oriental	Hildegard Falck	1 min 58,55 s	Alemanha Ocidental

Fonte: Atletismo nos Jogos Olímpicos. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Atletismo_nos_Jogos_Ol%C3%ADmpicos >. Acesso em: fev. 2008.

- Pelas latitudes que possuem, as Sedes Olímpicas de Tóquio e Munique pertencem à Zona temperada do Norte, enquanto a Sede Olímpica da Cidade do México à Zona quente do mesmo hemisfério (Figuras I.10 e I.11 do item 1.7). Nestas Zonas climáticas, a distribuição média da temperatura ao longo do ano se mostra completamente adversa. Levando-se em conta o *gradiente térmico vertical*, próprio desta região da Troposfera (Figura I.9), em Tóquio, haveria uma variação de menos 0,1 °C na temperatura se comparada a temperatura ao nível do mar, enquanto em Munique, esta variação alcançaria menos 3,3 °C e na Cidade do México menos 14,2 °C.
- A longitude da Sede Olímpica de Tóquio era de 139° 46' 12" L (139,77° L), a da Cidade do México de 99° 10' 12" O (99,17° O) e a de Munique 11° 35' L (11,58° L). Para os atletas que lá estiveram, vindos presumivelmente, dos principais aeroportos de suas cidades ou capitais de seus países de origens, com longitudes que chegam a 15 (Washington, DC – Tóquio) e a 17 fusos horários (Cambera – Cidade do México), possivelmente a ocorrência dos *“inevitáveis prejuízos causados pela travessia de tantos fusos”* os fizeram experimentar os *“efeitos da mudança de fuso horário [...]”*, já que, conforme esclarece o *“Informativo Técnico-Científico do COB”*, tais efeitos surgem para diferenças

Tabela I.5 — Resultados das Provas de Fundo, Rasas e com Obstáculos, dos Jogos Olímpicos de Verão de Tóquio, Cidade do México e Munique.

Cidade Ano	Cat.	Prêmio	Provas de Fundo, Rasas e com Obstáculos, para Homens																	
			3.000 m			5.000 m			10.000 m			Maratona (42.195 m)			Marcha 20 km			Marcha 50 km		
			Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País
Tóquio 1964	M	Ouro	Gaston Roelants	8 min 30,8 s RM	Bélgica	Bob Schul	13 min 48,8 s	USA	Billy Mills	28 min 24,4 s RO	USA	Abebe Bikila	2 h 12 min 11 s	Etiópia	Kenneth Matthews	1 h 29 min 34 s	Grã Bretanha	Abdon Pamich	4 h 11 min 13 s	Itália
Cidade do México 1968	M	Ouro	Amos Biwott	8 min 51,02 s	Quênia	Mohammed Gammoudi	14 min 05,01 s	Tunísia	Naftali Temu	29 min 27,40 s	Quênia	Mamo Wolde	2 h 20 min 27 s	Etiópia	Vladimir Golubnichy	1 h 33 min 59 s	União Soviética	Christoph Höhne	4 h 20 min 14 s	Alemanha Oriental
Munique 1972	M	Ouro	Kipchoge Keino	8 min 23,64 s	Quênia	Lassen Virén	13 min 26,42 s	Finlândia	Lassen Virén	27 min 38,35 s	Finlândia	Frank Shorter	2 h 12 min 20 s	USA	Peter Frenkel	1 h 26 min 43 s	Alemanha Oriental	Bernd Kannenberg	3 h 56 min 12 s	Alemanha Oriental

Fonte: Atletismo nos Jogos Olímpicos. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Atletismo_nos_Jogos_Ol%C3%ADmpicos >. Acesso em: fev. 2008.

Tabela I.6 — Distribuição das Cidades (Capitais) e Países dos atletas vencedores das provas de fundo, rasas e com obstáculos, de 3.000 m c/obstáculos, 5.000 m, 10.000 m, Maratona, e Marchas de 20 km e 50 km, nos Jogos Olímpicos de Tóquio, Cidade do México e Munique, em função dos respectivos fusos horários.

-6	-4	0	+1	+2	+3	+9
	Washington, DC (USA) 76,90° O	Londres (Grã-Bretanha) 0,13° O Bruxelas (Bélgica) 4,53° L	Roma (Itália) 12,48° L		Addis Abeba (Etiópia) 38,75° L	Tóquio (Japão) 139,77° L
Cidade do México (México) 99,17° O			Túnis (Tunísia) 9,53° L Berlim Oriental (Alemanha Oriental) 13,03° L		São Petersburgo (União Soviética) 30,32° L Nairóbi (Quênia) 36,81° L Addis Abeba (Etiópia) 38,75° L	
	Washington, DC (USA) 76,90° O		Munique (Alemanha) 11,58° L Berlim Oriental (Alemanha Oriental) 13,03° L	Helsique (Finlândia) 24,94° L	Nairóbi (Quênia) 36,81° L	

Fontes: Google Earth. Disponível em: < <http://earth.google.com/intl/pt/> >. Acesso em: 2 set. 2008.

24TimeZones.com. Disponível em: < <http://24timezones.com/> >. Acesso em: 1 set. 2008.

Cálculo Exato. Disponível em: < <http://www.calculoexato.com.br/adel/viagem/fusos/index.asp> >. Acesso em: 1 set. 2008.

Ou não seriam esses resultados dos Jogos de Munique relevantes, por terem sido alcançados todos em altitude abaixo da referência de 1.500 metros adotada consensualmente pelos pesquisadores?

No salto em distância, não há como negar as influências benéficas (ou não) exercidas ao longo dos Jogos Modernos. Irrefutáveis, poder-se-ia dizer, tamanho a flutuação das curvas obtidas para os vencedores do 3º, 2º e 1º lugares, respectivamente.

No gráfico da Figura I.14 a seguir, devido as suspensões dos VI Jogos Olímpicos de Berlim (Alemanha, 1916), dos XII Jogos Olímpicos de Tóquio (Japão, 1940) e dos XIII Jogos Olímpicos de Londres (Reino Unido, 1944), por conta das duas Grandes Guerras Mundiais, as curvas representativas da evolução do Salto em Distância Masculino ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008, são interrompidas nas abscissas de 1916, 1940 e 1944.

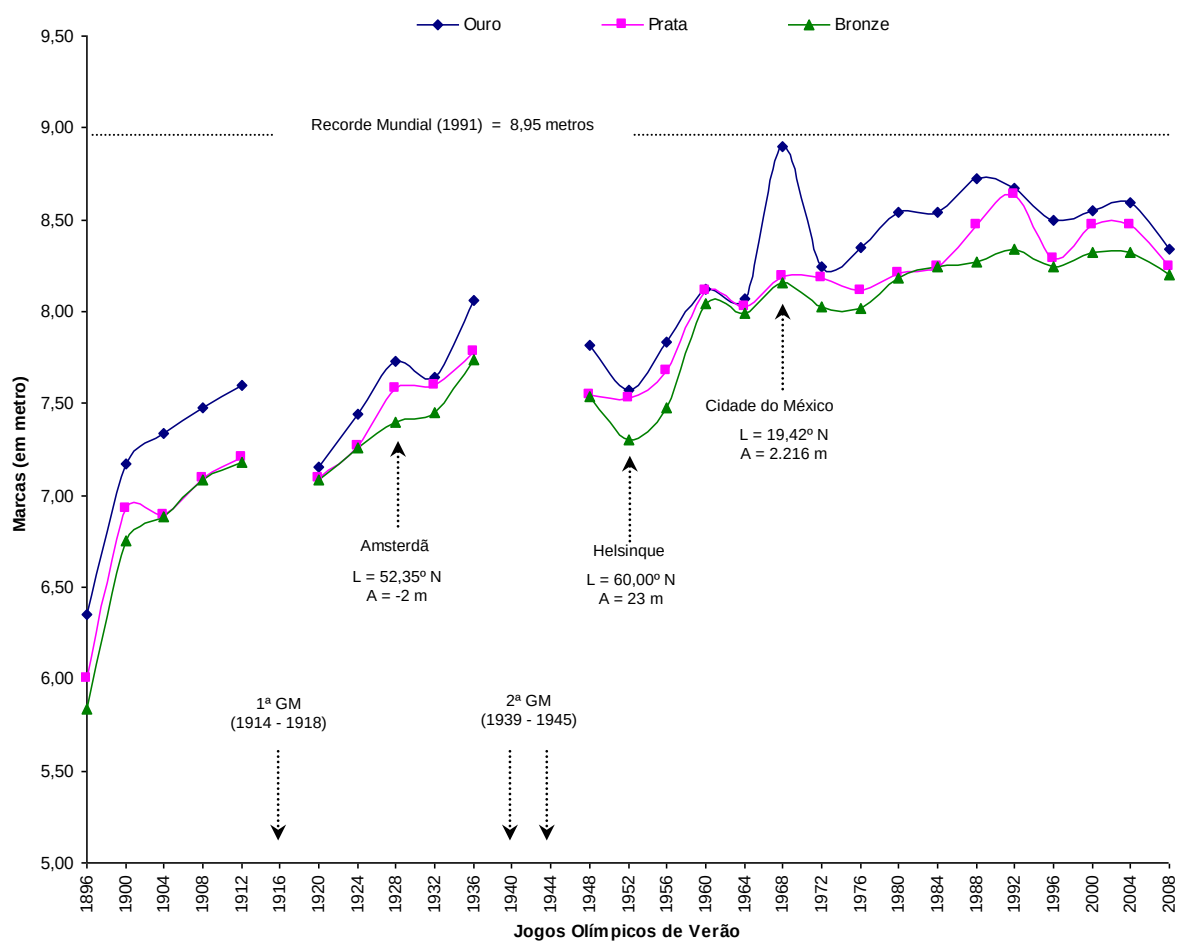


Figura I.14 – Amostra da evolução dos saltos em distância masculino ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.

Tanto neste levantamento para os saltos em distâncias, como para todos os demais saltos horizontal (salto triplo) e vertical (salto com vara e salto em altura), mostrados no APÊNDICE C⁴⁹, são observados os evidentes declínios nos resultados das Olimpíadas imediatamente posterior aos conflitos. Talvez fruto dos desestímulos causados pelas descontinuidades dos combates desportivos, talvez por influências sociológicas, quiçá prejudicial ao desempenho atlético.

Na abscissa de 1952, relativa aos XV Jogos Olímpicos de Helsinque (Finlândia, 1952), muito mais pela influência da latitude de 60° 00' 00" N (60,00° N) do que pela altitude de 23 m acima do nível do mar, os resultados despencaram, parecendo estarem todos, de acordo com as dificuldades inerentes ao alto valor relativo da aceleração da gravidade, $g(L, A)$, igual a 981,9168 cm/s². Contudo, o mesmo parece não se dá com os resultados não-despencados dos IX Jogos Olímpicos de Amsterdã (Holanda, 1928), vinte e quatro anos antes (abscissa 1928). Neste Jogos, a aceleração, $g(L, A)$, com valor porcentual aproximado de 0,064% a menos, 981,2866 cm/s², somente 0,6302 cm/s² menor, parecem contradizer o “óbvio”. Que se justifique neste parágrafo, o uso abusivo do verbo “parecer” por conta da impotência em se delegar à aceleração local da gravidade, em detrimento dos fatores físicos não apurados, os exclusivos motivos.

Fora o fato de logo após o feito, nem mesmo o próprio Bob Beamon acreditar na marca alcançada⁵⁰, as curvas mostram um resultado à parte. Ele, Bob Beamon, por todas as condições presentes — mais sua performance excepcional, naquela ocasião — superou a todos batendo o récorde olímpico e mundial (ponto!). As condições eram especiais? Possivelmente! Pois, a Cidade do México possui uma latitude baixa (19° 25' 12" N $\approx$ 19,42° N); uma grande altitude (2.216 m acima do nível do mar); a menor aceleração gravitacional de todos as vinte e nove Sedes dos Jogos Olímpicos da Era Moderna (977,9346 cm/s²); somente dois fusos horários separam a capital Washington, DC (fuso -4), origem do atleta americano, da Cidade do México (fuso -6), local da competição; encontra-se numa Zona climática quente, contudo, privilegia-se pela altitude e pela contribuição do “*gradiente térmico vertical*” ($\approx$ - 14,2 °C), desfrutando de um “*clima variado pelos diversos microclimas que possui*” (temperatura anual entre 12-18 °C)⁵¹; portanto, o salto recorde, reflete o saldo vantajoso entre as influências negativas (se ouvera) e as influências positivas (estas citadas), mais sua ótima condição física.

⁴⁹ Cf. APÊNDICE C. Amostras gráficas das evoluções dos saltos horizontal e vertical, masculino e feminino, dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna de 1896 a 2008.

⁵⁰ VÍDEO. O salto de Bob Beamon nos XIX Jogos Olímpicos da Cidade do México em 1968. Disponível em: < <http://www.youtube.com/watch?v=Flqk75Jn9ZQ> >. Acesso em: 4 set. 2008.

⁵¹ CLIMA. Cidade do México. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Cidade_do_M%C3%A9xico#Clima >. Acesso em: 4 set. 2008.

A impressão que se tem é que a recíproca não é verdadeira. Ou seja, os fatos cientificamente comprovados, para os quais os fatores físico-ambientais interferem, ajudando ou atrapalhando, não capacitam a presumir-se que um determinado bom resultado tenha por consequência única, este ou aquele fator de influência predito.

Para enfatizar, exemplificando com breve adendo, no III Campeonato Mundial de Atletismo⁵², ocorrido em Tóquio (Japão) nos meses de agosto e setembro de 1991, algo hilariante ocorreu. Possuidora de características distintas às da Cidade do México, Tóquio encontra-se a 15 m do nível do mar; numa latitude de 35° 39' N (35,65° N); tem uma aceleração gravitacional de 979,7907 cm/s²; fuso horário +9; e situa-se na Zona temperada do Norte. Logo, para um saltador, Tóquio apresenta dificuldades maiores àquelas experimentadas na Cidade do México, sejam pelos 2.211 m a menos na altitude; pelos 16,23° a mais na latitude; pelos 1,8561 cm/s² a mais na aceleração da gravidade; pela maior diferença de fusos horários, 13 no total (tomando-se os -4 da capital Washington, DC); pela temperatura média (entre 4-24 °C, durante o ano), menor por situar-se na Zona temperada do Norte; ou por apresentar na ocasião uma velocidade do vento à favor de 0,3 m/s contra os 2,0 m/s, também à favor, no México⁵³. Mesmo assim, num duelo particular com o compatriota e tetra-campeão olímpico do salto em distância dos Jogos Olímpicos de Los Angeles (1984), Seul (1988), Barcelona (1992) e Atlanta (1996), Carl Lewis⁵⁴ e o medalha de prata nos Jogos Olímpicos de Seul e Barcelona, Mike Powell⁵⁵, este último, ao perder para Lewis por 25 e 3 centímetros, respectivamente, supera a já incrível marca de 8,90 m de Bob Beamon, acrescentando-lhe 5 cm, ao alcançar 8,95 m.

I.13 Algumas Ponderações

I.13.1 Enquanto a Poluição nos Jogos Permanece Especulação

No caderno “*ESPORTES Olimpíadas 2008*”⁵⁶, em reportagem intitulada “*PEQUIM*”, seu autor declara que:

“[...] [apesar] dos esforços para se mostrar ao mundo como um anfitrião olímpico à prova de críticas, o fato é que os Jogos ocorrem num ambiente soterrado de problemas decorrentes

⁵² III Campeonato Mundial de Atletismo. Tóquio, 1991. Atleta.net. Disponível em: < <http://www.atletas.net/mundial2007/numeros> >. Acesso em: 4 set. 2008.

⁵³ Melhores saltos de sempre. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Salto_em_dist%C3%A2ncia >. Acesso em: 12 set. 2008.

⁵⁴ VÍDEO. Mike Powell no III Campeonato Mundial de Atletismo em Tóquio, Japão de 1991. Disponível em: < http://www.weshow.com/br/p/3245/mike_powell_x_carl_lewis_recorde_mundial_audio_em_ingles >. Acesso em: 4 set. 2008.

⁵⁵ BIOGRAFÍAS Y VIDAS. Mike Powell. Disponível em: < <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/p/powell.htm> >. Acesso em: 4 set. 2008.

⁵⁶ JORNAL O GLOBO. Caderno *ESPORTES Olimpíadas 2008*. Reportagens de Gilberto Scofield Jr. e Jorge Luiz Rodrigues, 2ª edição – Rio de Janeiro, 3 de agosto de 2008, p. 3.

de [inúmeras causas e, dentre elas, a] [...] *poluição ambiental* *massiva* devido ao *crescimento sem parâmetros* [...]”.

No mesmo caderno, agora na reportagem *“Instalações impecáveis para atletas”*, interpretada aqui como uma sutil alusão também a falta de visibilidade provocada pela poluição do ar atmosférico, o autor destaca que é “[...] *nesse cenário* [...] [com] *problemas como* [...] *devastação do meio-ambiente, entre outros...*] *que o Brasil, com um recorde de 277 atletas, sendo 132 mulheres, busca melhorar suas marcas entre os 204 participantes de uma festa que está atraindo os olhos do mundo.*”.

Fato ou especulação, o problema é que sobre o tema poluição *“deve-se reconhecer a existência de limitações fisiológicas, resistências e suscetibilidades diferenciadas [...] entre a população adulta”*, de modo a se ter em mente que *“um nível de poluição pode interferir na demanda de oxigênio utilizado por atleta impedindo-o de quebrar um [recorde] e não ter feito algum na diminuição da [performance] de um trabalhador sedentário.”* (PIRES, 2005, p. 39).

Assim, mesmo que os *“critérios originários de efeitos físicos [estejam] [...] essencialmente baseados em considerações estéticas que avaliam [...] o grau de tolerância de uma comunidade diante de um evento como diminuição da visibilidade da atmosfera [e, portanto] [...] com um peso subjetivo muito forte”*, como ressalta PIRES (2005, p. 38) em sua avaliação, imprescindíveis se tornam os estudos feitos com base na *tendência* à fase de *equilíbrio* dos *fenômenos de transferência*, para as quais *inexistem variações* (SISSOM, 1979, p. 2). Pois, fenômenos de transferência de massa, momento e calor, decorrente da *dispersão de poluentes* na atmosfera por *difusão* (OKUNO, 1982, p. 334) e *“mudanças na habilidade de transmissão de energia solar [tanto] ultravioleta, [que afetam] processos biológicos e [...] reações fotoquímicas, [quanto] [...] visível, [que afeta] a visibilidade e [aumenta a demanda por] iluminação artificial”* (PIRES, 2005, p. 39), incluem-se dentre alguns dos efeitos não subjetivos que afetam não somente as propriedades atmosféricas, mas por consequência os fatores físicos até então estudados.

I.13.2 Quanto a Conclusão Desse Discurso Inicial

Neste primeiro capítulo indagou-se o quanto daqueles episódios olímpicos reais, devido as peculiaridades das provas disputadas nos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna de 1896 a 2008, poder-se-iam atribuir a efetiva inter-relação entre os entes físicos espontâneos e as coordenadas geográficas das respectivas Sedes Olímpicas, de forma que assim fosse possível demonstrar as influências positivas (ou negativas) das ações próprias dos fenômenos físicos presentes, bem como o caráter interdisciplinar entre a Física e o Desporto (ou Esporte), num contexto CTS.

Tal procura, ao entender a assim intitulada *Física Aplicada ao Desporto* como um estudo interdisciplinar entre Física, Educação Física e Desporto, admitido como a análise das ações Físicas às quais atletas ficam sujeitos(as) durante as práticas, por estarem todos(as) à mercê dos fenômenos físicos locais, próprios do meio ambiente em questão ou inerentes às Práticas Desportivas vivenciadas, manteve-se estimulada pelas possíveis vantagens motivacionais que esta *Física Aplicada ao Desporto* possa gerar aos apreciadores dos *desportos de alto rendimento* à atletas e para-atletas, por intermédio do Ensino de Educação Física e Desporto do Ensino Superior, mas também aos apreciadores dos *desportos educacionais* à iniciantes e para-iniciantes, na Educação Física e, na aprendizagem daquelas grandezas físicas pelos apreciadores da Física do Ensino Médio.

Em suma, esta visão, que busca contemplar os alunos de Ensino Médio detentores de conceitos ou experiências em algum Desporto, com um estudo menos fastidioso da Física, por vezes ineficaz, mas que sugere com ênfase a estudantes de Ensino Superior de Educação Física e Desporto, como melhor desenvolverem resultados atléticos em *desportos educacionais* (no Ensino Médio) e de *rendimento* (nos *desportos de alto rendimento*), enquanto professores, técnicos e/ou fomentadores de talentos. Por fim, apesar de ínfima a contribuição, possa estar vindo de encontro àqueles que, por questionarem às práticas desmedidas nos Desportos, vislumbrem também mais um meio de investigação para evitar acidentes.

CAPÍTULO II

AS FORÇAS DE INTERAÇÕES E SUA IMPORTÂNCIA NO SALTO EM DISTÂNCIA

Por ser a *Física Aplicada ao Desporto* uma proposta de conteúdo vasto em si mesma, se faz necessário escolher, dentro do grande universo que engloba o que se conhece como Desporto, um evento esportivo que permita, no espaço das limitações vigentes, a satisfação plena dos objetivos traçados.

Para tanto, uma escolha adequada a estes propósitos necessita apresentar vantagens para que com ela se possa mostrar o estudo da Física e, nesse estudo, se aplicar os conceitos cabíveis de modo a deixar claro o quanto estimulante é este investimento.

Por isso, e pela importância natural do esporte que essencialmente reproduz o próprio homem enquanto espécie, caminhando (em marcha ou não), correndo, arremessando ou saltando, julgou-se conveniente pesquisar a prova do salto em distância do Atletismo, agora também premiada com a vitória significativa da atleta brasileira Maurren Higa Maggi nos XXIX Jogos Olímpicos de Pequim 2008⁵⁷, “*primeira [mulher a conquistar] [...] uma medalha de ouro individual nas Olimpíadas.*”⁵⁸.

II.1 O Salto em Distância: Evolução e Regras

II.1.1 A Evolução do Salto em Distância nos Jogos Olímpicos Modernos

Conforme se pode ver nos gráficos das Figuras II.1 a seguir, a prova do salto em distância masculino sempre fez parte dos Jogos Olímpicos Modernos, de 1896 até presentemente. O mesmo, no entanto, não se deu com a prova do salto em distância feminino que somente teve início em 1948 durante os XIV Jogos Olímpicos de Londres, ocorridos após a suspensão dos Jogos Olímpicos de 1940 e 1944 devido a Segunda Grande Guerra Mundial.

⁵⁷ QUADRO DE MEDALHAS. Brasil nas Olimpíadas. Maurren Maggi nos Jogos Olímpicos. Disponível em: < <http://www.quadrodemedalhas.com/olimpiadas/maurren-maggi-atleta-brasil-jogos-olimpicos.htm> >. Acesso em: 12 set. 2008.

⁵⁸ *Ibid.*

Segundo a CBAt, Confederação Brasileira de Atletismo⁵⁹, apesar da prova de “salto dos gregos [...] [diferir] bastante da prova dos nossos dias”, já ocorriam nos Jogos da Antiguidade. Daqueles Jogos, não contemplados nos estudos ora realizados, surge a evoluir o então salto em distância como uma das provas do Pentatlo, criado pelos gregos a partir de meados do século VII a.C., anterior, portanto, ao período pré-socrático.

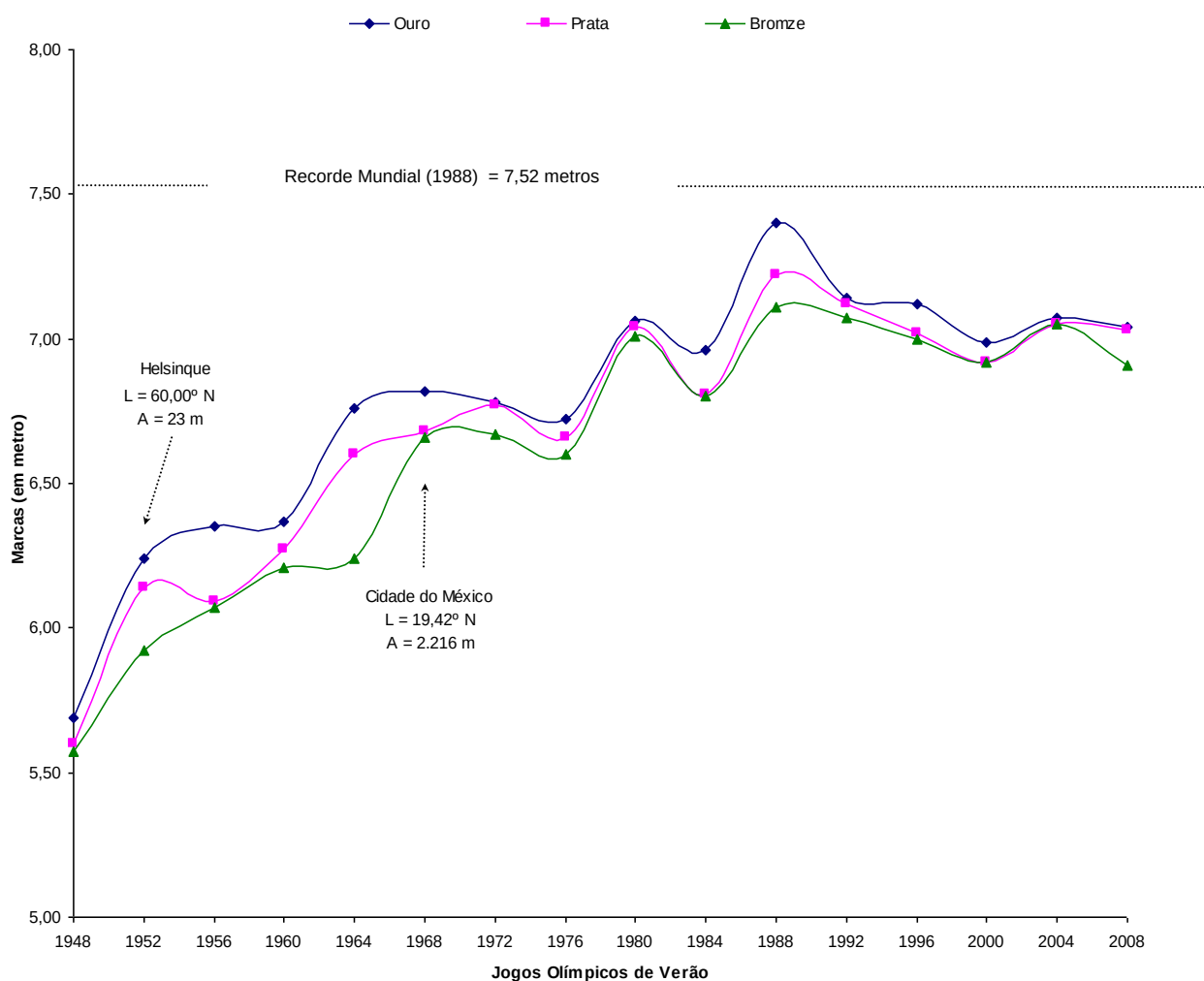


Figura II.1 – Amostra da evolução dos saltos em distância feminino ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.

⁵⁹ CBAt – Confederação Brasileira de Atletismo. Disponível em: <http://www.cbat.org.br/provas/historico_masculino.asp>. Acesso em: 12 set. 2008.

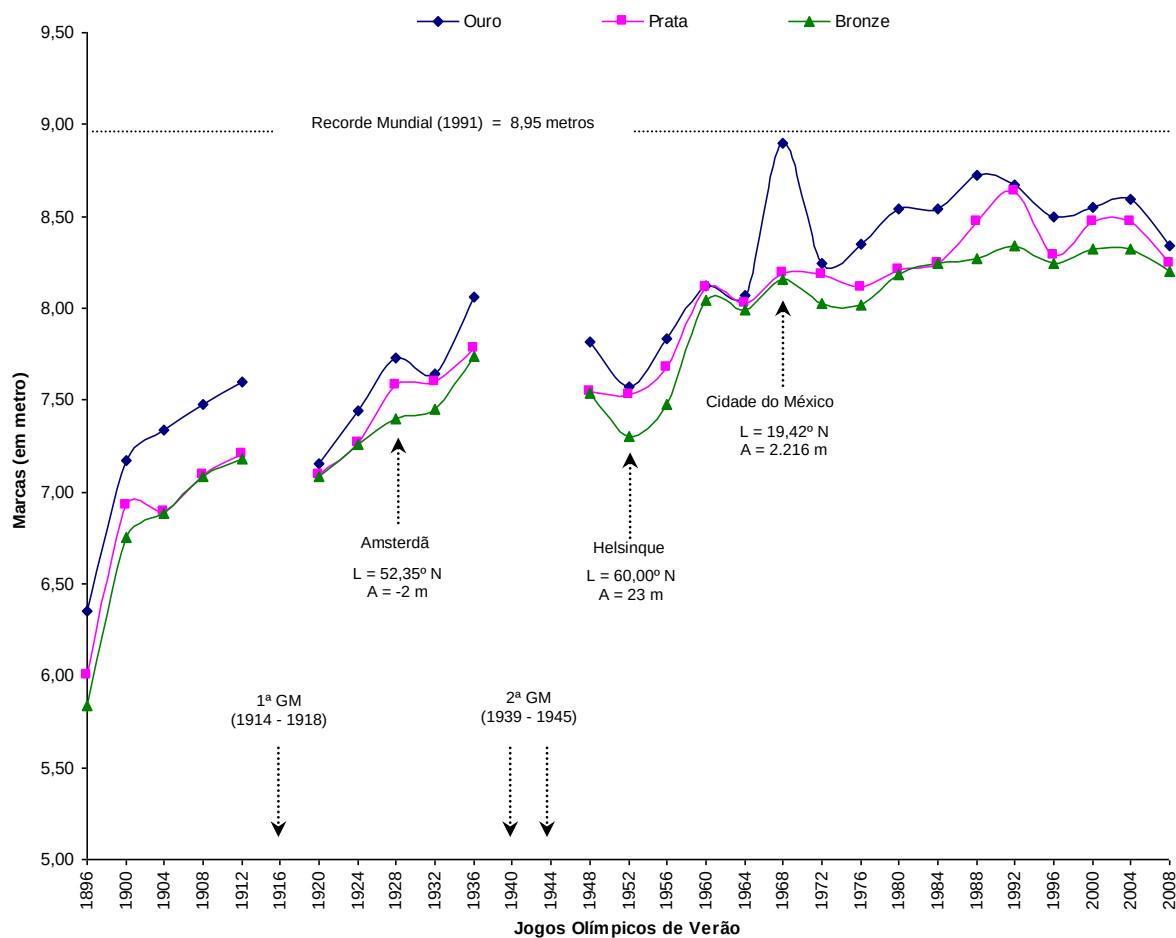


Figura II.1 – Amostra da evolução dos saltos em distância masculino ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008.

As evoluções dos saltos em distância masculino e feminino ficam evidentes pelos traçados das curvas acima (Figura II.1), se avaliadas apenas por conta dos valores desses resultados. Pelos gráficos, a média aritmética aproximada de 6,06 m para os homens, em Atenas de 1896, chega a Pequim de 2008 com uma medida central de 8,26 m. Uma variação média positiva perto de 26,6%, ou seja, um crescimento médio de 0,951% por Olimpíada, ao limitar-se tais resultados aos três primeiros algarismos significativos.

Já para as mulheres, as medidas de tendência central vão de cerca de 5,62 m, em Londres de 1948, a quase 6,99 m, em Pequim de 2008. Variação esta de 19,6% aproximadamente, ou de 1,31% por Olimpíada, na média. Índice 37,7% maior que o calculado para os homens, se considerado os valores aproximados descritos acima.

Estes percentuais médios aumentam ainda mais quando comparados com os recordes mundiais vigentes, pois vão à 32,3% ou 1,15% por Olimpíada para os homens, e à 25,3% ou

1,68% por Olimpíada para as mulheres; com um índice agora de 46,1% acima do incremento alcançado pelos homens, ou seja, perto de 1,22 vezes a mais que os 37,7% mostrado.

Nestes períodos de evoluções ao longo de 1948 a 2008 para mulheres, e de 1896 a 2008 para homens, pequenas quedas ou involuções delineiam os evidentes “retrocessos” que a miúdo surgem nos gráficos (Figura II.1), como mostram, em termos de porcentagens, as Tabelas II.1 e II.2, abaixo:

Tabela II.1 — Evolução dos saltos em distância homens de 1896 a 2008, com acréscimos ($\Delta > 0$) e decréscimos ($\Delta < 0$)

Ano	1896	1900	1904	1908	1912	1916	1920	1924	1928	1932	1936	1940	1944	1948	1952	1956	1960	1964	1968	1972	1976	1980	1984	1988	1992	1996	2000	2004	2008
$\Delta > 0$ (%)	•	14,68	1,20	2,56	1,57	•	•	3,05	3,37	•	3,92	•	•	•	•	2,63	5,57	•	4,82	•	0,12	1,84	0,36	1,73	0,75	•	•	0,16	•
$\Delta < 0$ (%)	•	•	•	•	•	•	-3,05	•	•	-0,09	•	•	•	-2,84	-2,23	•	•	-0,74	•	-3,17	•	•	•	•	•	•	•	•	-2,36
Média Aritmética (m)	6,06	6,95	7,04	7,22	7,33	•	7,11	7,32	7,57	7,56	7,86	•	•	7,64	7,47	7,66	8,09	8,03	8,42	8,15	8,016	8,31	8,34	8,49	8,55	•	8,45	8,46	8,26

Fonte: Planilhas B2 2 e C2 1

Nesta Tabela II.1, percebe-se com nítida clareza que as três maiores quedas médias ocorrem nos Jogos de Munique (1972) com menos 3,17%, sendo seguida de perto pela queda de menos 3,05% nos Jogos de Antuérpia (1920) e de menos 2,84% nos Jogos de Londres (1948). Contudo, em 1952, nos Jogos de Helsinque, a queda de menos 2,23% superpõe-se sobre a já ocorrida quatro anos antes, caracterizando-se, portanto, no maior “retrocesso”. Curiosamente, os Jogos de Antuérpia e Londres são Jogos pós-Guerra, os Jogos de Helsinque experimentam a assim intitulada Guerra Fria e os Jogos de Munique, o terrorismo.

Tabela II.2 — Evolução dos saltos em distância mulheres de 1948 a 2008, com acréscimos ($\Delta > 0$) e decréscimos ($\Delta < 0$)

Ano	1896	1900	1904	1908	1912	1916	1920	1924	1928	1932	1936	1940	1944	1948	1952	1956	1960	1964	1968	1972	1976	1980	1984	1988	1992	1996	2000	2004	2008
$\Delta > 0$ (%)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	8,54	1,15	1,84	3,98	2,86	0,30	•	5,66	•	5,64	•	•	•	1,63	•
$\Delta < 0$ (%)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-1,19	•	-2,56	•	-1,84	•	•	•	-0,90
Média Aritmética (m)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	5,62	6,10	6,17	6,28	6,53	6,72	6,74	6,66	7,04	6,86	7,24	7,11	•	6,94	7,06	6,99

Fonte: Planilhas B2 2 e C2 1

Do total de Jogos concretamente levados a efeito, das 26 edições para os homens e das 16 para as mulheres, destacam-se 7 quedas (cerca de 26,9%) e 4 quedas (25%) respectivamente, ocorrendo aí uma quase proporcionalidade, já que 26 está para 7 assim como 16 está para 4,31, aproximadamente.

Na Tabela II.2, menos 2,56% é a maior queda registrada nos Jogos de Los Angeles (1984) para as mulheres. Naquela ocasião, por “[...] *retaliação ao boicote liderado pelos norte-americanos aos Jogos de Moscou [1980]*” esvasiava-se também o evento pelas ausências de alguns “*países da Europa Oriental, liderados pela [então] URSS, além de países comunistas [...]*”⁶⁰.

Ao se confrontar as Tabelas II.1 e II.2 ou mesmo os gráficos da Figura II.1 anterior, a partir de 1948, notam-se tendências distintas na evolução média do salto feminino relativamente ao do salto masculino, como confirmam os resultados dos Jogos de Helsinque (1952), Tóquio (1964), Munique (1972), Montreal (1976), Los Angeles (1984) e Barcelona (1992).

Nos Jogos de Helsinque, por exemplo, as características se invertem, pois enquanto todos os homens apresentam resultados abaixo daqueles alcançados nos Jogos anteriores (Londres, 1948), as mulheres exibem resultados acima. Ainda nos Jogos de Helsinque, salvo o relevante fato de nenhum(a) dos(as) atletas que alcançaram as três primeiras colocações investigadas nos referidos Jogos (Londres e Helsinque) serem os(as) mesmos(as), o que por si só já traz grande significado, todos os fatores físico-ambientais estudados no capítulo precedente se reproduzem igualmente para todos, desprezadas aí as possíveis micro flutuações decorrentes de estados físicos estacionários⁶¹ presentes ao Estádio Olímpico.

Igualmente curioso são os elevados resultados médios que sucedem imediatamente aos Jogos iniciais, no caso, os Jogos de Paris (1900) para os homens e os Jogos de Helsinque (1952) para as mulheres (Tabelas II.1 e II.2). Neles as taxas médias percentuais de crescimento, de 14,68% e 8,54% respectivamente, chegam a superar as médias de desenvolvimento daqueles demais valores em 84,7% (6,54 vezes maior) para os homens e 66,3% (2,96 vezes maior) para as mulheres. Outra particularidade indica que dos 16 acréscimos ($\Delta > 0$) que integram a Tabela II.1 para os homens, 12 ou 75,0% estão acima de 1,00%. Já na Tabela II.2, relativo as mulheres, dos 9 acréscimos ($\Delta > 0$) 8 ou 88,9% também superam o percentual unitário.

⁶⁰ Jogos Olímpicos de Verão 1984. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Jogos_Ol%C3%ADmpicos_de_Ver%C3%A3o_de_1984#Fatos.2C_destaques_e_curiosidades >. Acesso em: 8 out. 2008.

⁶¹ Processo no qual nenhuma grandeza física macroscópica (temperatura, pressão etc.) varia com o tempo, muito embora possam variar de ponto para ponto no espaço compreendido pelo fenômeno.

Sobressaindo do mesmo modo, tem-se a taxa de 4,82% relativo ao acréscimo ($\Delta > 0$) em 1968 nos Jogos da Cidade do México (Tabela II.1), que revela-se pelo particular desempenho do atleta norte-americano Bob Beamon, isto, se comparado apenas os resultados conhecidos mostrados na Tabela II.3 a seguir.

Tabela II.3 — Comparação dos resultados dos saltos em distância masculino e feminino dos Jogos Olímpicos da Cidade do México

Classificação	Homens			Mulheres		
1º	Bob Beamon	8,90 m	USA	Viorica Viscopoleanu	6,82 m	Romênia
2º	Klaus Beer	8,19 m	Alemanha Oriental	Sheila Sherwood	6,68 m	Grã Bretanha
3º	Ralph Boston	8,16 m	USA	Tatyana Talyшева	6,66 m	União Soviética

Fonte: Planilhas B2 2 e C2 1

As curvas construídas na Figura II.1 ilustram em termos gráficos os resultados contidos no Tabela II.3 acima, mesmo sem dar a entender o realce às divergências “insignificantes”. Contudo, por estes conteúdos, enquanto os melhores saltos masculinos, entre os 2º e 3º colocados, redundam em apenas 3 cm de diferença, o salto vencedor de Beamon estabelece a dianteira de 72,5 cm da média dos resultados dos dois mais próximos concorrentes, tornando, ao que parece, irrefutável demonstração de sua boa performance física (referida ao final do item 1.12), ainda mais se equiparada aos aproveitamentos das mulheres igualmente classificadas.

II.1.2 As Regras Oficiais do Salto em Distância Definidas pela IAAF⁶²

Com o intuito de melhor compreender a prova do salto em distância, necessário se faz recorrer às Regras Oficiais de Atletismo⁶³ de acordo com as informações contidas na versão oficial editada pela Associação Internacional das Federações de Atletismo – IAAF (do inglês *International Association of Athletics Federations*), produzida no Brasil por sua filiada CBAt – Confederação Brasileira de Atletismo. Da mesma forma, Figura II.2 a seguir, valer-se do esboço da pista destinada a prova do salto em distância mostrando o corredor de aproximação, a tábua de impulsão e a caixa de aterrissagem com medidas oficialmente permitidas.

⁶² ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DAS FEDERAÇÕES DE ATLETISMO – IAAF. Disponível em: <<http://www.iaaf.org/index.html>>. Acesso em: 11 out. 2008.

⁶³ CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO: *regras oficiais de atletismo*, São Paulo, Phorte, 2002.

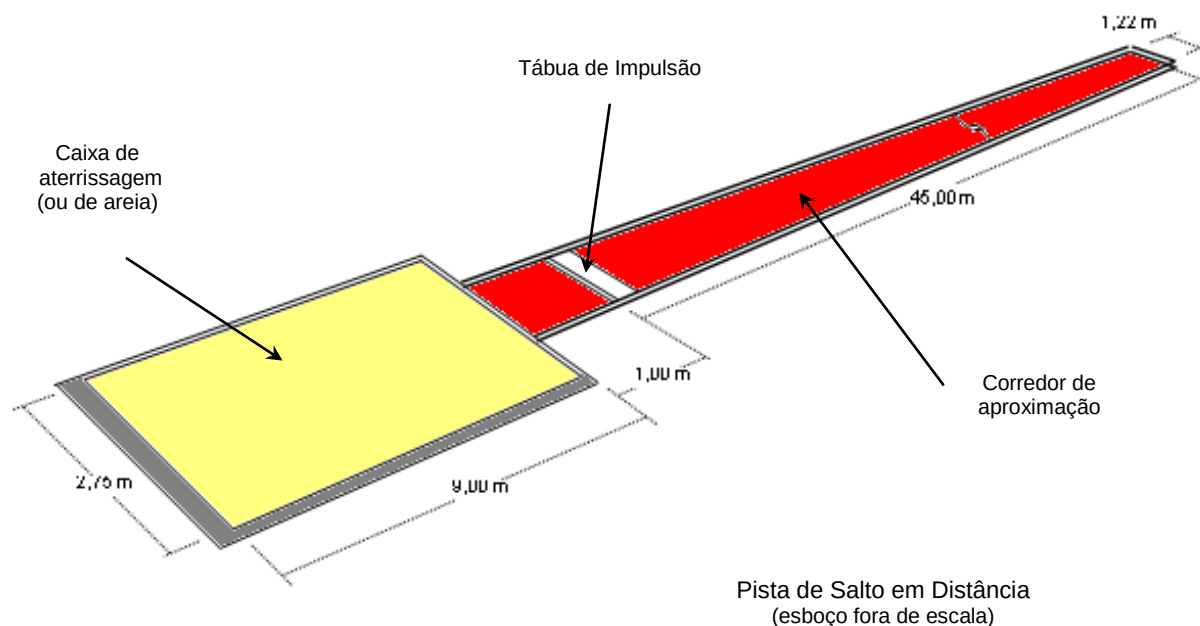


Figura II.2 – Esquema da pista de salto em distância com suas dimensões.

Extensivas aos saltos triplo e em distância (saltos horizontais) e oficializadas na versão por ordem numérica, as regras oficiais assim serão reunidas: O corredor de aproximação, a tábua de impulsão, a caixa de aterrissagem e as condições gerais.

I. O corredor de aproximação

Deverá conter as seguintes características (extraídas das Regras 140, 184 e 220):

- Comprimentos internos mínimo de 40,00 m e máximo de 45,00 m;
- Larguras internas mínima de 1,22 m e máxima de 1,25 m;
- Inclinação lateral máxima (active/declive transversal) na escala de 1:100 e inclinação global máxima (active/declive longitudinal) na escala de 1:1000;
- Faixas limítrofes (linhas circundantes) de 5 cm de espessura, na cor branca;

- Piso sobre base sólida com superfície firme e uniforme (sintética ou não) de acordo com as especificações do “Manual IAAF Instalações no Atletismo” (IAAF *Track and Field Facilities Manual*)⁶⁴. Tradução nossa.

II. A tábua de impulsão

Detalhamento do perfil

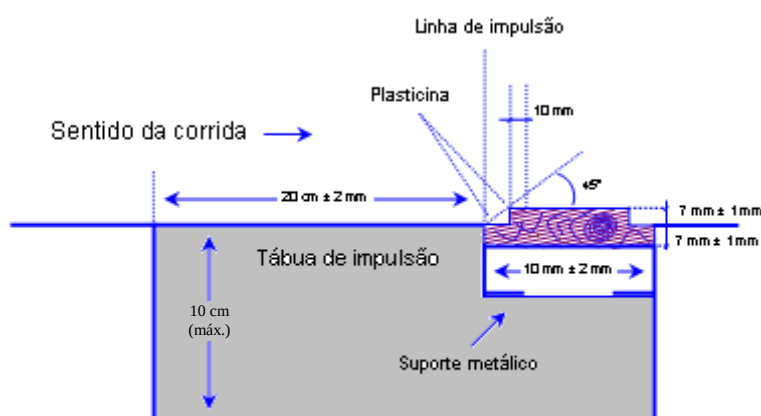


Figura II.3 – Tábua de impulsão com indicador de plasticina.

Deverá atender as seguintes situações, Figura II.3 (extraídas da Regra 185):

- Interposta entre o corredor de aproximação e a caixa de aterrissagem, de modo a ficar, pelo menos, a 10,00 m do final da caixa de aterrissagem (Figura II.2), a tábua de impulsão constitui-se de um bloco paralelepipedal com 10 cm de espessura, na cor branca e apresenta uma superfície superior retangular com 1,21 a 1,22 metros de comprimento e 20 cm ± 2 mm de largura;
- A *linha de impulsão* ou *linha de medição*, como é chamada a extremidade da tábua de impulsão mais próxima à caixa de aterrissagem, dista desta de 1 a 3 metros (Figura II.2);
- Imediatamente à frente da linha de medição e com 10 cm ± 2 mm de largura, revestida em toda sua extensão por uma camada de 1 mm de plasticina (massa de modelar), uma tábua indicadora de 1,21 a 1,22 metros de comprimento deve elevar-se de 7 mm ± 1 mm relativamente ao nível da tábua de impulsão e conter

⁶⁴ IAAF *Track and Field Facilities Manual*. Disponível em: < <http://www.cbaf.org.br/pistas/default.asp> >. Acesso em: 15 out. 2008.

um ressalto que, quando cheio de plasticina, forme um ângulo de 45° com o sentido do salto (Figura II.3).

III. A caixa de aterrissagem

Detalhamento

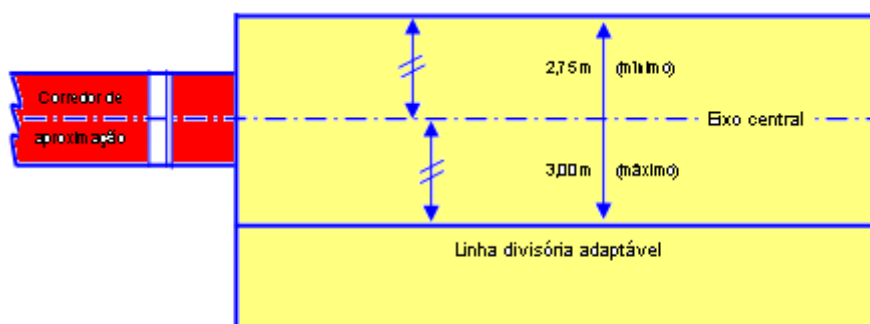


Figura II.4 – Caixa de aterrissagem centralizada para salto em distância.

Deverá atender as seguintes exigências, Figura II.4 (extraídas das Regras 185 e 220):

- A área destinada a caixa de aterrissagem terá comprimento mínimo de 7,00 m, largura entre um mínimo de 2,75 m e um máximo de 3,00 m e profundidade mínima de 30 cm;
- No interior da caixa de aterrissagem, preenchida com areia molhada e fofa (granulometria e grau de umidificação não encontrados), o nível superior da superfície arenosa será mantido no mesmo patamar da tábua de impulsão;

IV. As condições gerais

Extraídas das Regras 163, 184, 185 e 220

- As medições serão efetivamente adotadas com precisão de 0,01 m (1 cm);
- As superfícies superiores do corredor de aproximação, da tábua de impulsão e da caixa de aterrissagem terão o mesmo nível;

- Os eixos centrais do corredor de aproximação e da caixa de aterrissagem se superporão;
- Confirmado a inexistência de erro pelo árbitro competente, a medição do salto ao longo da perpendicular à *linha de medição* ou seu prolongamento, será efetuada do ponto de contato na superfície arenosa mais próxima da tábua de impulsão, qualquer que tenha sido a parte do corpo do(a) competidor(a) a tocá-la, a *linha de medição* ou seu prolongamento, na tábua de impulsão;
- Por intermédio de um anemômetro⁶⁵ aprovado pelo Departamento Oficial competente, posicionado a 20,00 m da tábua de impulsão, a 1,22 m de altura relativamente a pista de saltos e a não mais que 2,00 m do corredor de aproximação, a velocidade do vento circundante será medida, em m/s, pelo período de 5,00 s, assim que o(a) competidor(a) passar pelo marco de 40,00 m a partir da tábua de impulsão;
- Ao competidor(a) caberá não iniciar sua corrida de aproximação à distância maior que 45,00 m da tábua de impulsão, devendo, no entanto, percorrer os últimos 40,00 m na parte nivelada do corredor de aproximação.

II.2 O Salto em Distância: Etapas e as Forças de Interação Presentes à Prova

II.2.1 Etapas Consideradas no Salto em Distância

Segundo FERNANDES (1978, p. 74), as “*fases do salto em distância*” são quatro, a saber: “*a) Corrida de impulso; b) Impulsão; c) Fase aérea (elevação e flutuação); [e] d) Queda ou aterrissagem.*”. Contudo, apenas para efeito didático, uma fase a mais será inserida antes da primeira no presente trabalho, ou seja, pela ordem, antes da “*Corrida de impulso*”, também conhecida como *corrida de aproximação*, será incluída a fase a qual receberá o nome de “fase de preparação para a corrida”.

Para melhor permitir, segundo a visão do autor, a descrição das forças atuantes sobre o(a) atleta, aqui identificado como “*atleta modelo*”, estas cinco etapas, assim ficarão:

⁶⁵ Instrumento com que se mede a velocidade de gases (usualmente ar) em movimento relativo. MACEDO, H. Dicionário de Física Ilustrado. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1976, p. 16.

1. Fase de preparação para a corrida

Enquanto se concentra para a *corrida de impulso* ao longo do corredor de aproximação, parado na origem de sua marca no momento inicial de preparação e durante todo o tempo que lhe é permitido ali ficar, o *atleta modelo* manterá uma postura (ou variante desta):

- a. De pé, com um afastamento antero-posterior dos membros inferiores ao longo da linha média do corpo e de frente para a caixa de salto;
- b. O tronco ereto ou ligeiramente inclinado para a frente, conforme a preferência, e os membros superiores em posição proximal flexionados a 90°.

2. Fase da corrida de impulso (aproximação)

Partindo, portanto, da origem de sua marca de uma velocidade nula (0 m/s) caberá ao *atleta modelo* alcançar a máxima velocidade que sua performance o permite ao atingir a tábua de impulsão, no final do corredor de aproximação, e ainda, na tábua chegando, conseguir saltar. Cabe ressaltar que, caso o *atleta modelo* prefira, por livre escolha, partir da origem de sua marca de uma velocidade maior que zero (0 m/s), deverá respeitar os 45 metros máximo permitido para o corredor de aproximação ao implementar sua corrida.

3. Fase da impulsão

Neste momento, na tábua de impulsão, o *atleta modelo* deverá elevar seu centro de massa (CM)⁶⁶ ao mais alto ponto, erguendo-o do nível médio da trajetória

⁶⁶ Com base na exposição descrita pelo professor MAIA (1977, p. 49) sobre “O Centro de Massa” (ou centróide, para corpos homogêneos e uniformes), pode-se dizer que o centro de massa de um sistema material, abreviado por CM, é um ponto fictício, porém, excepcional até mesmo por nem sempre se posicionar no corpo em questão, como é o caso de determinadas mesas. No CM, pode-se imaginar esteja concentrada toda a massa do corpo e também aplicada a resultante de todas as forças externas às quais esteja sujeito, qualquer que seja seu estado de movimento. No texto, o “Teorema da Existência do Centro de Massa” descrito por MAIA (1977, p. 49), assim se enuncia:

“Cada sistema material possui um ponto, *C*, que goza da seguinte propriedade: seja qual for o movimento [(estado de movimento)] do sistema, o seu momentum linear [(quantidade de movimento)] é igual ao de uma única partícula, de massa igual à do sistema e coincidente com o ponto *C*.”.

Demonstrado por Lagrange (1736-1813), em 1788, *apud* MAIA (1977, p. 50), o “Teorema do Movimento do Centro de Massa” descrito a seguir, permite provar “[...] que o ponto *C* se move como se moveria uma partícula de massa igual à do sistema e à qual estivessem aplicadas todas as forças que atuam sobre o sistema.”, afirma MAIA (1977, p. 50).

por ele traçada ao longo da corrida de aproximação à máxima altura que a impulsão agora adquirida, devido a reação gerada pela ação dos músculos de sua perna-de-impulsão sobre a tábua de impulsão, for capaz de arremessar seu *CM* contra a gravidade. Em termos de energia ou de capacidade de realizar trabalho físico, seria como se o *atleta modelo*, no momento em que tocasse a tábua de impulsão, adquirisse um pacote adicional contendo energia potencial gravitacional (energia devido à posição ocupada pelo atleta), além da energia cinética (energia devido ao movimento do atleta) que então possui por seu movimento, suficiente para realizar o trabalho físico contra a gravidade (trabalho negativo) ao elevá-lo e grande o bastante para permitir, neste instante, que estas energias mecânicas (cinética + potencial), assim constituídas, o arremesse ao alcance máximo desejado.

4. Fase aérea (elevação e flutuação)

Logo após o pé-de-apoio do *atleta modelo* perder contato com a tábua de impulsão, o novo movimento descrito pela trajetória parabólica de seu *CM* inicia-se. Simultaneamente, apropriado ao lançamento oblíquo que melhor ajuste-se a seu peso e ao alcance máximo almejado, deverá existir um ângulo entre 0 (zero) e 90 graus, formado acima da horizontal ao tomar-se o nível da caixa. Durante a flutuação, a área transversal da totalidade de seu corpo na direção do salto deverá ser a menor possível, de modo que forças aerodinâmicas exercidas pelo ar, com ou sem vento, não reduzam os ganhos até então adquiridos pelos esforços durante a corrida de aproximação e a impulsão. Ao *atleta modelo* caberá ainda evitar que partes de seu corpo toque a superfície arenosa da caixa de salto enquanto seu *CM* não atingir o ponto mais baixo da trajetória parabólica, relativamente ao nível da caixa, local de aterrissagem.

5. Fase da queda ou aterrissagem

Para as condições reunidas durante todo o processo do salto em distância descrito, o alcance ideal deveria ser atingido pelo *CM* do *atleta modelo*, entretanto, seu corpo não se resume ao *CM*. Por isso, ao tocar a superfície arenosa, o choque iniciado pelo apoio deste *atleta modelo* (seus membros inferiores, por exemplo) com a areia não deve se transformar num obstáculo ao ganho daquele alcance máximo

"O centro de massa de um sistema material se move como uma partícula onde estivesse concentrada toda a massa do sistema e aplicadas todas as forças que atuam sobre o sistema". MAIA, L. P. M.; *Mecânica Clássica*, v. 2, ed. experimental, UFRJ. Rio de Janeiro, 1977.

desejado, mas sim, e tão somente, permitir que seu corpo usufrua do fenômeno da inércia associado a este lançamento oblíquo e se deixe prosseguir adiante, não retrocedendo na queda após o “voo”, de modo a não vir a perder aquilo que já conquistou.

II.2.2 Identificação das Forças de Interação no Salto em Distância e suas Atuações

II.2.2.1 Durante a fase de preparação para a corrida

Para a identificação das forças de interação que atuam no(a) atleta durante o salto em distância, optou-se por se utilizar a ordenação dada às “fases” descritas anteriormente, de maneira que assim seja possível mostrar em detalhe, e na sequência, todas as forças presentes, independentemente do seu grau de influência.

a) Começando pela “fase 1” conforme exposta antes, seis forças de procedências distintas apresentam-se por justas razões. Em primeiro lugar, a força mútua de “[...] *ação a distância*” (TORT *et al.*, 2004) advinda da interação entre o corpo do(a) atleta e o campo gravitacional terrestre, e que constitui-se no peso próprio desse(a) atleta. Esta força, enquanto “[...] *grandeza vetorial*” (RUGGERI, 2003)⁶⁷ — destacada em **negrito** — apresenta-se com um “[...] *ponto de aplicação*” no ponto originário da força, justapondo-se ao centro de gravidade^{68,69} (CG) do(a) atleta; com uma “[...] *direção*” dada pela vertical do lugar, perpendicular à pista, no caso; com “[...] *um sentido*” voltado para o centro da Terra e, portanto, sempre apontada para

⁶⁷ Numa breve digressão apropriada aos propósitos do presente capítulo, extraiu-se da redação de RUGGERI (2003), da parte em que se relembram os conceitos da “[...] *entidade vetor*” (mesmo sem menção ao *ponto de aplicação*), o seguinte trecho:

“[...] a entidade **vetor** foi concebida para ser usada na Física clássica [...] no sentido de representar as grandezas vetoriais (como as forças, as velocidades etc.) que são inerentes a uma direção e a um sentido sobre essa direção. Essa entidade foi representada por uma flecha (um segmento de reta orientado) que, desenhada em uma determinada escala no espaço, tem um comprimento (o módulo do vetor, a intensidade da grandeza), uma direção e um sentido sobre esta direção (ambos característicos da grandeza que ela representa). Essa entidade é, pois, de natureza geométrica; a sua representação é real, tão concreta como um desenho. Com esses desenhos (feitos em uma escala conveniente) [pode-se] [...] representar as forças que atuam num corpo, as velocidades [...] etc., [como se pretende]”. RUGGERI, E. R. F., “Um engano matemático repetido por 100 anos”, Rev. Esc. Minas, v. 56, n. 3, Ouro Preto, jul. 2003. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672003000300012&lng=pt&nrm=iso >. Acesso em 28 out. 2008.

⁶⁸ “[...] *centro de gravidade de um corpo é o ponto onde podemos considerar aplicado o seu peso.*”, afirma ÁLVARES (1992, p. 217). Portanto, o ponto de aplicação da força peso ou gravitacional, ou seja, o centro de gravidade (CG) será o baricentro, confundindo-se com o *centro geométrico* (ou *centro de simetria*) do corpo, se este for homogêneo e uniforme. (ÁLVARES, B. A.; DA LUZ, A. M.; *Curso de Física*, v. 1, 3 ed. São Paulo, HARBRA, 1992).

⁶⁹ Referindo-se ao “[...] *centro de massa do sistema de partículas, abreviado por CM.*”, ALONSO (1972, p. 65) ainda afirma que:

“Na realidade, o peso é aplicado num ponto levemente diferente, chamado *centro de gravidade*. [...] [Mas para] finalidades práticas [onde o campo gravitacional possa ser admitido como uniforme], não há diferença entre esses pontos [CM e CG], exceto no caso de corpos muito extensos [...] [pois, apesar] de as direções [radiais] das forças peso se encontrarem no centro da Terra, elas podem ser consideradas paralelas, quando atuam sobre as partículas que compõem um corpo de dimensões relativamente pequenas.”. (ALONSO, M; *Física: um curso universitário*, São Paulo, Edgard Blucher, 1972).

baixo; e com uma “[...] *intensidade*” mensurável por intervenção de um dinamômetro⁷⁰, mas que se pode obter pela lei da gravitação universal⁷¹ proposta por Isaac Newton (1642-1727), bem como ser expressa analiticamente por $P = m_G \times g$, onde P representa o peso próprio do(a) atleta, m_G sua massa gravitacional (a quantidade de matéria efetiva do corpo do(a) atleta) e g a aceleração local da gravidade (MAROJA, *et al.*, 2005, pp. 1-4).

Há de se ressaltar ainda sobre a força peso, P , que sua dependência com a aceleração local da gravidade, g , a torna também dependente da latitude e da altitude, conforme se mostrou, em módulo, por meio da equação abaixo (Cf. Equação I.4 - item I.6).

$$g = g(L, A) = 978,0490 + 5,1723 \times \text{sen}^2(L) - 0,0058 \times \text{sen}^2(2 \times L) - \left(\frac{2 \times G \times M}{R^3} \right) \times A$$

E mais, na Figura II.5 a seguir procurou-se ilustrar no *atleta modelo* seu CG a “[...] 55,27% de sua altura, aproximadamente a 4 centímetros abaixo do umbigo e mais ou menos no encontro dos planos anterior e posterior de seu corpo.” (DYSON, 1978, p. 51), bem como seu peso, P , com todas as suas características: ponto de aplicação (no CG), direção (na vertical), sentido (orientada para baixo) e intensidade (dada graficamente pelo comprimento do segmento de reta).

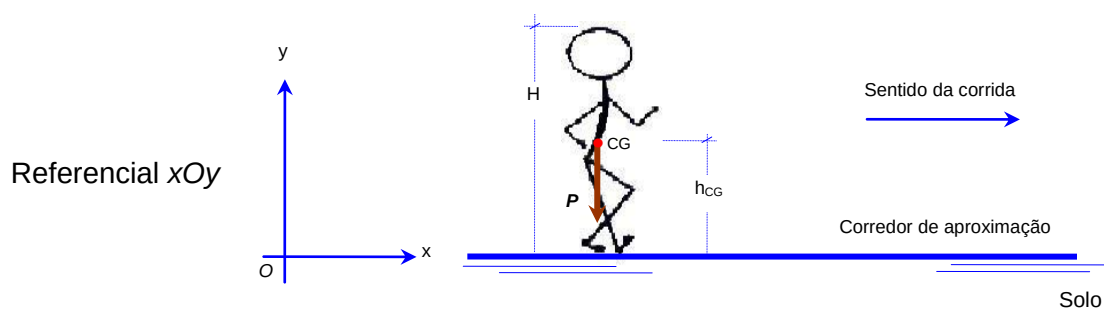


Figura II.5 – Representação vetorial da força peso, P .

b) Caso não houvesse a pista de saltos ou obstáculos naturais impostos pela superfície terrestre para apoiar o *atleta modelo*, restringindo-lhe “[...] *graus de liberdade*”, este continuaria em seu movimento de aproximação ao centro da Terra. Contudo, impedindo-o de continuar a

⁷⁰ Instrumento com que se medem, de maneira direta, forças pela deformação que podem causar em estruturas elásticas (molas helicoidais, por exemplo). MACEDO, H. *Dicionário de Física Ilustrado*, Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1976, p. 98.

⁷¹ GRAVITAÇÃO. In: Nova Enciclopédia Barsa, v. 7. São Paulo: Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações, 1999, p. 190.

jornada, o chão da pista lhe impõe “[...] *um vínculo*”, uma ação presencial, exatamente nos dois pontos de contato — seus pés.

Segundo CINDRA (2008),

*“[...] um **vínculo** é, em geral, uma restrição de natureza geométrica imposta ao movimento do sistema [ou corpo do atleta modelo em questão]. [...] Se [o centro de massa, CM, desse sistema] [...] puder se mover em todas as três direções no espaço, [ele estará] [...] livre de vínculos. Dizemos então que [...] tem três **graus de liberdade**. Se, pelo contrário, [...] estiver [condicionado] a se mover ao longo de uma superfície dada [como inevitavelmente ocorre], [...] [estará submetido] a um vínculo, geometricamente falando, [...] [estará restrito] a se mover ao longo dessa superfície. [...] terá então dois graus de liberdade [...]. Um sistema formado por duas [ou mais] partículas livres tem seis graus de liberdade: três para o movimento do centro de massa do sistema e três para o movimento das partículas em relação ao centro de massa [...]”.* (Grifo nosso)

Portanto, em segundo lugar, impedindo que o *atleta modelo* penetre solo adentro, surge uma “[...] *força de vínculo*” ou vincular chamada de força normal e identificada por **N**. Neste caso, de modo a neutralizar a ação da força peso, **P**, a tal força normal, **N**, total, decomposta aqui em duas parcelas que atuam sob seus pés, apresenta-se sempre perpendicular à superfície de contato, intervindo-se no respectivo ponto de contato.

*“De modo geral [afirma LEMOS (2004)], as forças aplicadas [força peso, por exemplo,] é que devem ser consideradas as verdadeiras causas do movimento [como a ação recíproca atleta modelo versus Terra], as **forças de vínculo** servindo meramente para assegurar a preservação das restrições geométricas ou cinemáticas no decurso do tempo.”* (Grifo nosso)

Parte A

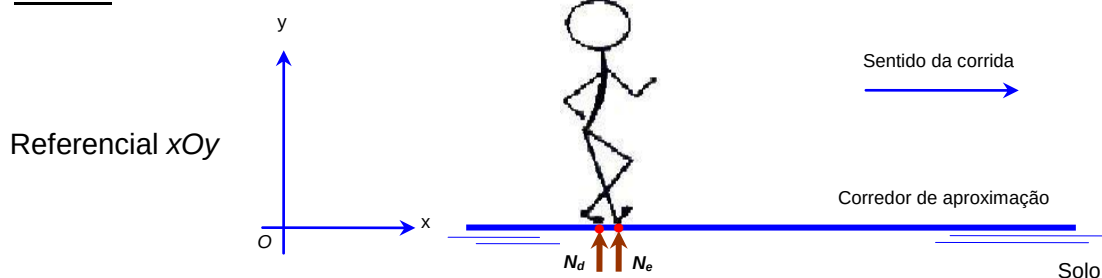


Figura II.6 – Representação vetorial da força normal, **N**.

Na Figura II.6 mostrada tem-se a pretensão de, na Parte A (anterior), tornar claro o exposto acima e na Parte B (a seguir), conjugar as ilustrações contidas nas Figuras II.5 e II.6 (Parte A).

Parte B

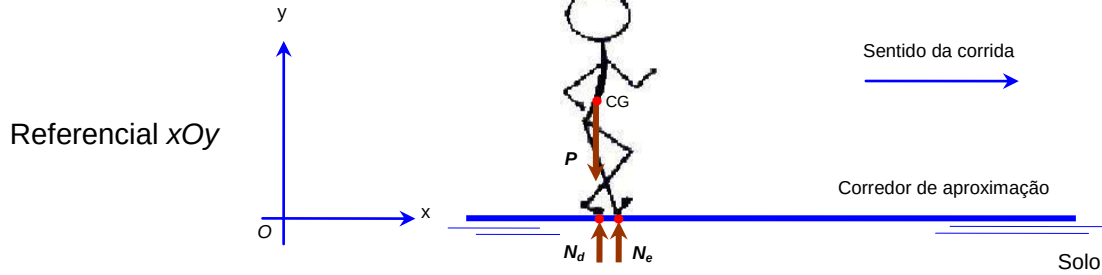


Figura II.6 – Representação vetorial conjunta da força peso, P , e das forças normais N_d e N_e que agem no *atleta modelo*.

c) O fato de estar no solo e em particular sobre a pista de saltos, faz com que o *atleta modelo* experimente também duas outras forças em decorrência de sua permanência “[...] *no fundo* [deste] [...] *oceano* [gasoso]” (BLACKWOOD *et al.*, 1971, p. 98) constituído pela atmosfera terrestre: a força causada pelo peso do ar atmosférico sobre sua cabeça e seu corpo em geral, ou dito de outra maneira, a força causada pela pressão atmosférica, F_p ; e a força ocasionada pelo peso do ar atmosférico deslocado pelo volume de seu corpo, ou seja, pela força de “[...] *empuxo do ar*” (HEWITT, 2002, p. 253) atmosférico, E .

Sobre a pressão atmosférica, já estudada na parte “acerca da pressão atmosférica”⁷², pode-se acrescentar que sua ação sobre a superfície, S , do corpo do *atleta modelo* produzirá neste a força de pressão atmosférica, F_p , experimentada nas circunstâncias adotadas, podendo ser mensurada de acordo com a expressão abaixo (Equação II.1), onde F_p ($F_p \equiv |F_p|$) é a intensidade da soma de todas as pequenas contribuições elementares rotuladas por F_{pi} , com o índice subscrito i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), que no modelo a seguir (Figura II.7) representa cada uma das infinitas forças determinadas pela pressão atmosférica por ele suportada no decorrer da competição.

$$F_p = \sum_{i=1}^{i=n} F_{pi} = F_{p1} + F_{p2} + F_{p3} + \dots + F_{pn} = S \times \left(p_0 \times e^{-g \times \left(\frac{M}{R \times T} \right) \times (y - y_0)} \right) \quad \text{Equação II.1}$$

⁷² Cf. Capítulo I, item I.10.

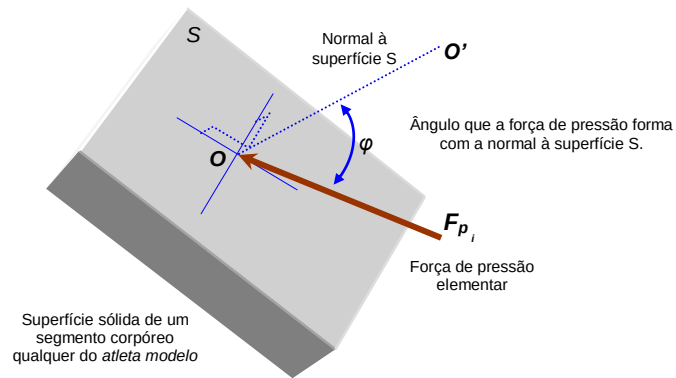


Figura II.7 – Segmento corpóreo submetido à força de pressão elementar.

Na Parte A da Figura II.8 a seguir, aspira-se passar a ideia limitada, bi-dimensional, de como os vários elementos de força devido à pressão atmosférica, F_{pi} , que compõem a força de pressão, F_p — tridimensionalmente exercida pelo fluido atmosférico sobre o *atleta modelo* — convergem para o ponto denominado por *centro de pressão*, ou seja, para o ponto de aplicação da resultante, F_p , de todas essas contribuições elementares.

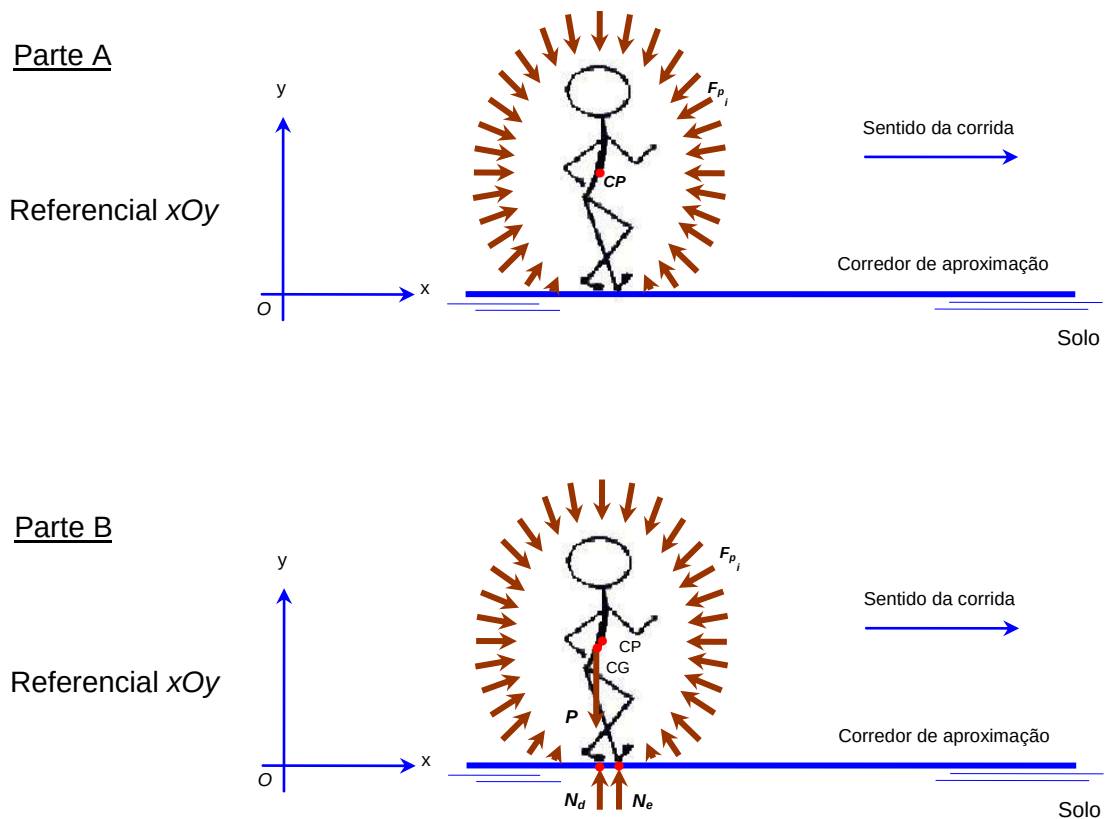


Figura II.8 - Representação vetorial das forças de pressão, F_p (Parte A), e conjunta das forças peso, P , normais N_d e N_e e de pressão, F_p (Parte B), que agem no *atleta modelo*.

O autor preocupou-se em ilustrar (Figura II.8) tão somente uma ideia simplória e fora de escala da compressão atmosférica a qual fica submetido o *atleta modelo*. Nesta figura encontram-se exageradas as diferenças existentes entre as intensidades das forças de pressão que atuam ao longo do corpo do(a) esportista.

Como se pode perceber na Parte B (Figura II.8) os centros de pressão e de gravidade, apesar de distintos, aproximam-se, e as forças peso, normal e de pressão atmosférica, se conjugam, tornando mais complexa a figura.

Apesar de o presente interesse estar restrito às ações sobre o corpo do *atleta modelo*, VENNARD (1978, pp. 35-36; 45), falando a respeito de “*Forças sobre superfícies planas submersas*” em compêndio destinado a estudantes de Engenharia, afirma que:

*“O cálculo do **módulo, direção, sentido e ponto de aplicação** da força total que atua sobre um objeto submerso num líquido é assencial para o projeto de represas, tanques, recipientes, comportas, navios e projetos semelhantes. Para uma área submersa, plana e ‘horizontal’, o cálculo da força é simples porque a pressão não varia sobre a área; para planos não horizontais o problema é complicado porque ocorre variação da pressão com a altitude. Entretanto, [...] as pressões em líquidos de densidade constante variam ‘linearmente’ com a profundidade [Teorema de Stevin⁷³] [...] Nos gases, [...] através de pequenas distâncias [altura de um(a) atleta, por exemplo] [...] a variação de pressão com a profundidade [quando se admite uma densidade constante] é tão pequena que normalmente é desprezada no cálculo da força em problemas de Engenharia.” (Grifos nossos)*

Parece não haver dúvidas quanto à importância que se deve dar ao módulo, a direção, ao sentido e ao ponto de aplicação das forças em estudos (“[...] *da força total*”), como enfatiza o professor John King Vennard (1909-1969) e tantos outros autores. Por outro lado, confirmam-se também dificuldades em se lidar mesmo com “[...] *objetos submersos* [...] [como] *planos não horizontais* [...] [quando] *em líquidos de densidade constante*”, como descritos acima, em que as circunstâncias são menos desfavoráveis que aquelas em que o *atleta modelo* ora se insere: de um meio (“[...] *gases*”) compressível (ou não incompressível) como é o caso real do ar atmosférico; de uma densidade para a qual “ser” invariante (“[...] *densidade constante*”) é uma conveniente aproximação, pela pouca altura que possa ter o *atleta modelo*; e de não ser o(a) atleta “*uma área submersa* [...] ‘*horizontal*’/não *horizontais* [...] [tão pouco] [...] *plana*” enquanto ser humano (“[...] *objeto submerso*”). Mas Vennard não descreve situação semelhante a do salto em distância e esta não foi encontrada na literatura consultada, motivo desta inserção.

⁷³ Teorema de Stevin ou Teorema fundamental da Hidrostática. Simon Stevin (1548-1620), matemático, mecânico e engenheiro civil nascido na cidade de Burges, Bélgica, deu grandes contribuições à ciência. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/SimonSte.html>>. Acesso em: 8 nov. 2008.

Talvez a concepção exibida na Figura II.9, ainda que com o mesmo propósito da Figura II.8 anterior, possa melhor elucidar a pretensão.

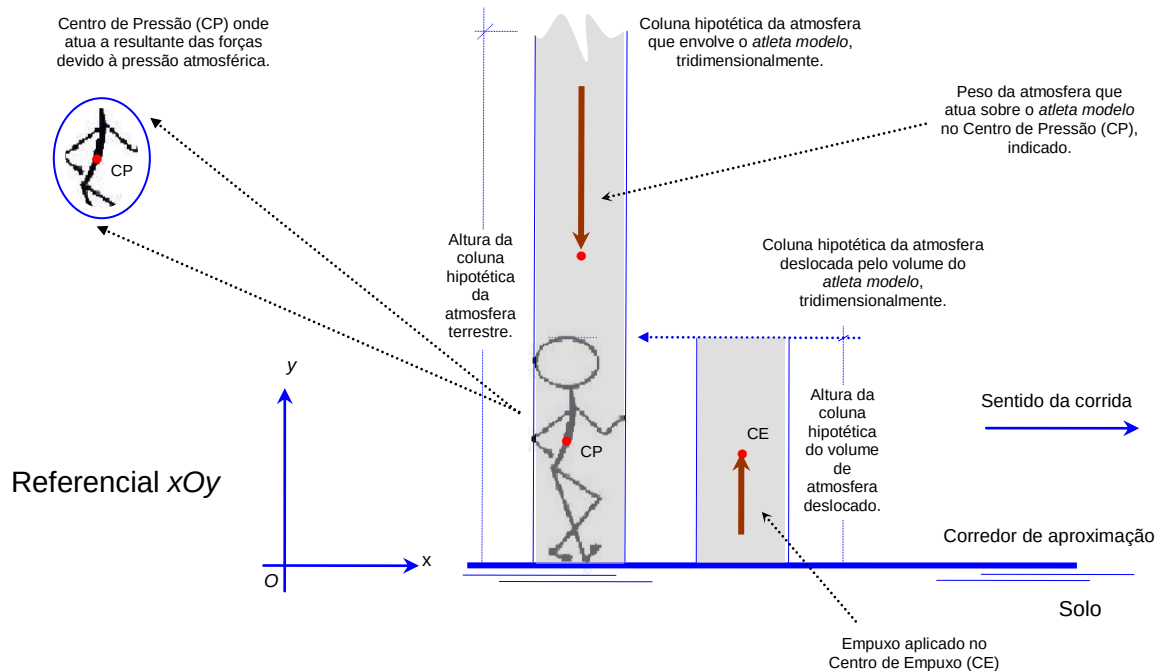


Figura II.9 – Ação conjunta da pressão atmosférica e do empuxo exercido pelo ar.

d) Quanto a força de empuxo, E , simbolizada na Figura II.9 acima, diz GONÇALVES (1979, p. 448) ao enunciar o Teorema⁷⁴ de Arquimedes (287-212 a.C.), que: “*Todo corpo mergulhado num líquido [ou fluido (líquido ou gás) de uma maneira geral, ar atmosférico inclusive,] sofre ação de uma força vertical, orientada de baixo para cima, igual ao peso da porção do líquido deslocado pelo corpo.*”

E acrescenta ao acentuar:

$$“E = \text{peso do líquido deslocado} = V_{SUB} \times \rho_{LIQ} \times g.”$$

Equação II.2

Nesta expressão, entende-se V_{SUB} como o volume submerso do corpo; ρ_{LIQ} como a massa específica do líquido (do fluido); e g como a aceleração local da gravidade.

⁷⁴ Segundo Dalton Gonçalves “*Convém evitar [...] [chamar o enunciado devido a Arquimedes] de Princípio [como o fazem] [...] Alguns autores.*” (GONÇALVES, D.; *Física: mecânica*, 3 ed. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1979, p. 448). Entretanto, para Horácio Macedo que faz uso do termo *Princípio*:

“*Teorema [é] proposição que se deduz logicamente de um conjunto de outras e que tem um conteúdo verificável experimentalmente. Neste sentido, as leis físicas que não sejam princípios básicos de uma teoria, são teoremas. Não é comum, porém, denominá-las assim. [E Princípio é] Uma lei [...] [ou seja, a] expressão de uma regularidade essencial que caracteriza um fenômeno ou um grupo de fenômenos [...] que tem um papel básico numa teoria [...] [argumentando]: [...] Estas distinções não são rígidas e muitas vezes não são obedecidas.*” (MACEDO, H.; *Dicionário de Física Ilustrado*, Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1976, pp. 202; 282; 339.).

Já para o professor Paul G. HEWITT (2002, p. 253), referindo-se ao ar atmosférico, *“Um objeto [o corpo do atleta modelo, por exemplo] rodeado por ar sofre ação de uma força de empuxo dirigida para cima e igual ao peso do ar deslocado.”*

Desta forma pode-se falar da resultante entre o peso próprio e o empuxo, a que fica sujeito o *atleta modelo*, como o peso aparente que habitualmente se mede em balanças de mola (dinamômetros).

Em nota, VENNARD (1978, p. 54) esclarece o que “[...] *cuidadosamente*” se deve levar em conta, afirmando:

“[...] o cálculo da força de empuxo $[E = V_{SUB} \times \rho_{LIQ} \times g]$ foi feito com a suposição de que o fluido envolve completamente o corpo; se assim não fosse, o conceito de força de empuxo [Teorema de Arquimedes] deveria ser estendido, de modo análogo, a fim de levar em consideração as partes do corpo não recobertas pelo fluido. Um navio encalhado no fundo do oceano é um exemplo clássico disto; neste caso, a água não envolve completamente o casco do navio.”

Voltando-se à sequência desenvolvida até a Figura II.8, na Figura II.10 Parte A, aparece o empuxo **E** aplicado ao centro de empuxo, *CE*, ou como descreve FERENCE JR. *et al.* (s.d., p. 303) aplicado ao “[...] *centro de gravidade do líquido [fluido] deslocado.*” e na Parte B, o conjunto de todas as forças estudadas até agora. Nestas imagens, percebe-se que enquanto de pé sobre a pista no corredor de aproximação, “[...] [o ar atmosférico também] *não envolve completamente [...] [os pés (sapatilhas) do atleta modelo]*”, contudo, mesmo que seja razoável a comparação com o exemplo dado por VENNARD (1978, p. 54) para “[...] *o casco do navio.*”, resguardadas as devidas proporções, a alusão ora apresentada não parece, pela ordem de grandeza, comprometer a conceituação de empuxo.

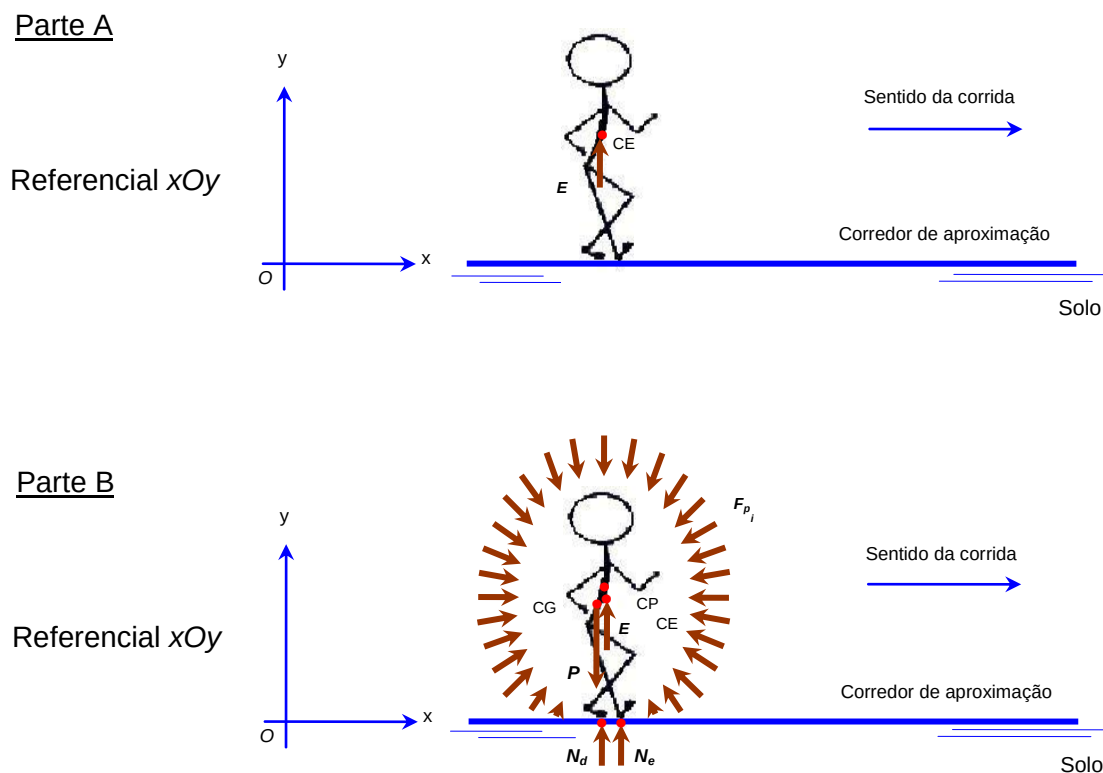


Figura II.10 – Representação vetorial da força de empuxo, $\mathbf{E}$ (Parte A), e conjunta das forças peso, $\mathbf{P}$, normais $\mathbf{N}_d$ e $\mathbf{N}_e$, de pressão, $\mathbf{F}_p$ e de empuxo $\mathbf{E}$ (Parte B), que agem no *atleta modelo*.

e) Outro fato não menos importante que os já mencionados observa-se ainda durante a permanência do *atleta modelo* de pé sobre o solo plano e horizontal da pista de saltos. Pois se não são notados escorregões nem quedas como geralmente ocorrem em pistas de gelo, pisos com óleos lubrificantes ou qualquer outro material escorregadio, isto se deve possivelmente à presença de forças de atrito estático, F_{ae} , entre os pés ou sapatilhas (do *atleta modelo*) e a superfície da pista de competição, suficiente para mantê-los imóveis ou, como será visto mais adiante (pp. 76-77), em equilíbrio mecânico ou, melhor dizendo, em equilíbrio fluidomecânico.

Inconveniente por vezes por gerar desgastes ou dissipar calor, o atrito torna-se indispensável entre os pés ou sapatilhas dos(as) atletas e a pista de Atletismo para os quais, sem atrito, as atividades de permanecer parado, “[...] *correr, saltar nem lançar*” (DYSON, 1978, p. 55), seriam praticadas por quem quer que seja, não fossem estas forças. (Tradução nossa)

De acordo com MOSSMANN *et al.* (2002), as “[...] superfícies dos corpos, por mais polidas que possam parecer do ponto de vista macroscópico, apresentam rugosidade quando analisadas microscopicamente.”. E conclui:

“Em consequência, se duas superfícies [sólidas] em contato [como os pés ou sapatilhas do atleta modelo e a pista de Atletismo,] apresentarem tendência a se mover uma em relação à outra, surge uma força ‘resistente’: a força de atrito [F_a]. No caso de a força aplicada [por violação do equilíbrio fluidodinâmico] não ser suficiente para colocar o corpo em movimento, a força de atrito se opõe à força aplicada e é chamada força de atrito estático [F_{ae}]. Esta não possui um valor único e pode variar entre zero e um certo valor máximo, chamado força de atrito estático máximo [F_{aeM}] [...]. Com boa aproximação, este valor é independente da área de contato [dos pés ou sapatilhas em questão] e é proporcional à força normal [N] que a superfície [da pista] exerce sobre o corpo [do atleta modelo]. A constante de proporcionalidade [“que depende apenas da natureza e estado das duas superfícies em contato [...]” (MAIA, 1977, p. 44)] é o ‘coeficiente de atrito estático’ [μ_e] [...]. Assim, podemos escrever:

$$[0 \leq |F_{ae}| \leq |F_{aeM}| \text{ e } |F_{aeM}| = \mu_e \times |N|]". \quad \text{Equação II.3}$$

A propósito, ao longo dos tempos e em particular durante os Jogos Olímpicos tem-se observado grande avanço tecnológico nas características e qualidades das sapatilhas e dos pisos utilizados por corredores e saltadores diversos. A este respeito, apesar de os(as) atletas poderem “[...] *competir descalços*” como afirma a “Regra 143” da IAAF (CBAt, 2002-2003, p. 90; FAERGS, 2006-2007, p. 9)^{75, 76}, o que lhes trazem grandes desvantagens se comparado a aderência que as sapatilhas-de-prego⁷⁷ proporcionam, a “[...] *finalidade dos sapatos para competições é dar proteção e estabilidade aos pés e [proporcionar] um **atrito** firme no chão*”. (Grifo nosso)

Quanto as pistas de Atletismo oficiais⁷⁸, que anteriormente aos “[...] *Jogos de Tóquio [1964] [...] eram de pó de carvão [...] [mas que nestes Jogos do] Japão, [...] pela primeira vez [foi exposta e posta à prova dos(as) competidores(as) olímpicos(as) por meio de] um piso*

⁷⁵ CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO: *regras oficiais de atletismo*, op. cit., p. 90.

⁷⁶ FAERGS – Federação de Atletismo do Estado do Rio Grande do Sul. *Regras de Competições 2006 – 2007*. Disponível em: < <http://www.faergs.org.br/REGRAS.pdf> >. Acesso em: 13 dez. 2008.

⁷⁷ Pregos. REGRA 143: Disponível em: < <http://www.faergs.org.br/REGRAS.pdf> >. Acesso em: 14 dez. 2008.

“Número de Pregos

3. O solado e o calcanhar dos sapatos deverão ser construídos de modo a permitir o uso de até 11 pregos. Qualquer número de pregos até 11 pode ser usado, mas o número de posições dos pregos não pode exceder de 11.

Dimensões dos Pregos

4. Quando uma competição for realizada em pista sintética, a parte do prego que se projeta do solado ou do calcanhar não deve exceder 9 mm, exceto no salto em altura e lançamento do dardo, onde não pode exceder de 12 mm. Esses pregos deverão ter um diâmetro máximo de 4 mm. Para pistas não sintéticas, o comprimento máximo permitido do prego será de 25 mm e o diâmetro máximo de 4 mm.

Sola e o Calcanhar

5. O solado e/ou o calcanhar podem ter sulcos, ondulações, denteados ou protuberâncias desde que sejam feitos do mesmo material ou similar ao do solado.

No salto em altura e no **salto em distância**, o solado deve ter uma espessura máxima de 13 mm e o calcanhar no salto em altura deve ter uma espessura máxima de 19 mm. Em todas as outras provas o solado e/ou calcanhar poderão ter qualquer espessura. (Grifo nosso)

Nota: A espessura da sola e do calcanhar do sapato será medida desde a distância entre o lado interno superior e o lado externo inferior, incluindo os números acima mencionados e incluindo qualquer tipo ou forma de palmilha.”

⁷⁸ Pista de Atletismo oficial. Disponível em: < <http://www.cbata.org.br/pistas/default.asp> >. Acesso em: 14 dez. 2008.

sintético [...]” (FREITAS; et al., 2008, p. 160), agora, diz a “Regra 140” (CBAAt, 2002-2003, p. 87; FAERGS, 2006-2007, p. 8)^{79, 80} que:

*“[...] competições controladas diretamente pela IAAF somente podem ser realizadas em instalações de **superfície sintética**, de conformidade com as ‘Especificações de Instalação para Pisos Sintéticos’ da IAAF e que possuam um Certificado de aprovação Classe 1 da IAAF em vigor.”* (Grifo nosso)

Não obstante, no Brasil⁸¹, mesmo decorridos quarenta e cinco anos da estréia daquela pista olímpica japonesa, atletas ainda competem em pistas de saibro, de pó de brita e em pistas escuras de pó de carvão que, conforme vivência do autor, tanto esforço exigem dos competidores. Todavia, afora algum juízo de valor, sapatilhas-de-prego versus pista sintética traduzem na atualidade o que de melhor se pode esperar para evitar os inconvenientes escorregões ou movimentos relativos destas superfícies pelo extraordinário valor que deve adquirir o coeficiente de atrito estático, μ_e , mesmo em pistas molhadas por chuvas ocasionais. Tema, aliás, de grande interesse a futuras pesquisas devido a falta de informação disponível.

Sobre os benefícios do piso sintético relativamente aos demais, segue trecho da reportagem do “Jornal Hoje” de Cascavel, Paraná, ao denunciar que “*Corredores do Paraná serão obrigados a competir no pó de brita*”, porquanto, “[...] [a pista] de atletismo não receberá *piso sintético*”:

“Está fora de cogitação a substituição da pista de atletismo [...] por uma sintética [...] não há projeto [...] para trocar o piso da pista que é composto por pó de brita. [...] a construção de uma pista sintética nos moldes da que foi construída ano passado pelo governo do Estado no Colégio Estadual do Paraná, em Curitiba, custaria em torno de R\$ 2 milhões. O piso é de material antiderrapante, que proporciona mais estabilidade aos atletas, diminuindo risco de quedas e, por consequência, de lesões. [...] De acordo com os atletas que treinam [...] as diferenças com uma pista de material emborrachado são grandes. [...] a falta de estabilidade, diminuição da impulsão e o cansaço como fatores negativos provocados em uma pista com piso de pó de brita. ‘Quando a gente corre numa pista como essa [...] as dificuldades são bem maiores’, ressaltou. Quem também apontou diferenças entre os dois pisos foi a atleta [...] que compete na marcha atlética. [...] O professor de atletismo [...] avaliza a opinião de quem treina na pista [...] ressaltando que o desgaste físico é muito grande pela diminuição do atrito. ‘Numa pista emborrachada esse desgaste não ocorre’, completou o professor, mostrando um tênis [possivelmente uma sapatilha-de-prego] próprio para corridas para explicar como é o contato do atleta que corre num piso de pó de brita. O problema maior está nas pequenas travas existentes no solado dianteiro do tênis que ajuda na impulsão.” Jornal Hoje (2008)⁸².

⁷⁹ CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO: regras oficiais de atletismo, op. cit., p. 87.

⁸⁰ FAERGS – Federação de Atletismo do Estado do Rio Grande do Sul, op. cit., p. 8.

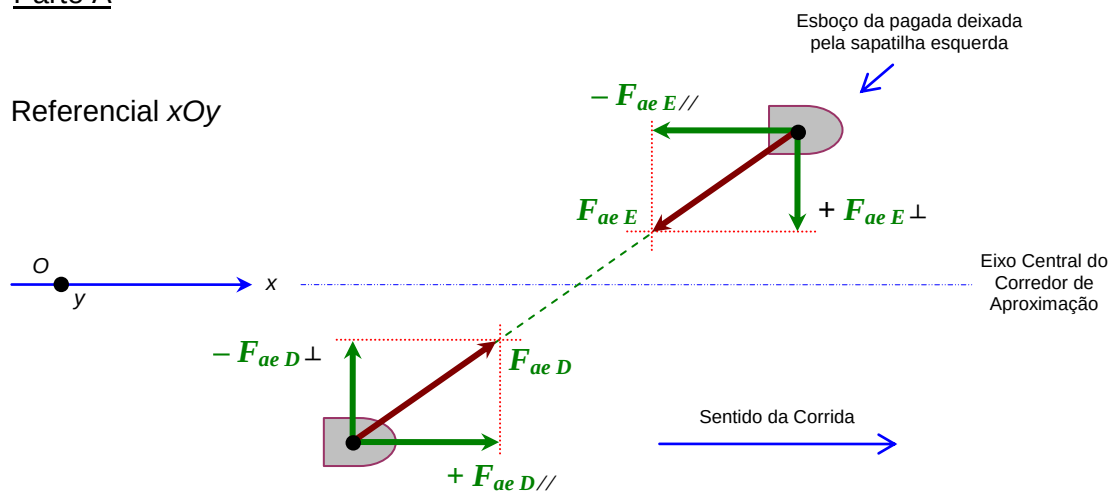
⁸¹ Pista no Brasil. Cadastro de Pistas de Atletismo. Disponível em: < http://www.cbat.org.br/pistas/cadastro_pistas_atletismo.asp >. Acesso em: 14 dez. 2008.

⁸² JORNAL HOJE. JOGOS ABERTOS: Corredores do Paraná serão obrigados a competir no pó de brita. Cascavel, Paraná. Edição nº 4954 - sexta-feira, 04 de abril de 2008. Disponível em: <<http://www.jhoje.com.br/04042008/esportes.php>>. Acesso em: 22 dez. 2008.

Como ilustração, a Figura II.11 a seguir tenta mostrar a presunção do autor quanto a maneira como as forças de atrito estático, F_{ae} , agem sob os pés ou sapatilhas do *atleta modelo*. Numa visão de cima para baixo, na qual apenas se mostram os esboços das “pegadas” como se fossem os solados inferiores das sapatilhas, as projeções dos contatos do *atleta modelo* com a pista, conforme postura descrita na “Fase de preparação para a corrida”⁸³, concorrem as respectivas forças de atrito estático, F_{ae} , tanto na sapatilha direita, $F_{ae D}$, quanto na sapatilha esquerda, $F_{ae E}$. Estas forças, decompostas em suas componentes ortogonais segundo o eixo- x das abscissas, na direção da corrida de aproximação para o salto em distância e o eixo de coordenadas z , não mostrado na figura para manter a mesma simplicidade da referência xOy adotada até aqui, onde, agora o eixo- y das ordenadas (representado por um ponto) sai da página, são, no plano da pista, as responsáveis pela manutenção da falta de movimento relativo entre pista e *atleta modelo*, isto evidenciado por meio das componentes paralelas $+F_{ae D//}$ e $-F_{ae E//}$ (nos sentidos de $+x$ e $-x$, respectivamente) e transversais $-F_{ae D\perp}$ e $+F_{ae E\perp}$ (na direção perpendicular a x e nos sentidos $-z$ e $+z$, respectivamente) ao “Eixo Central do Corredor de Aproximação” exibido.

⁸³ Cf. Item II.2.1 – 1.

Parte A



Parte B

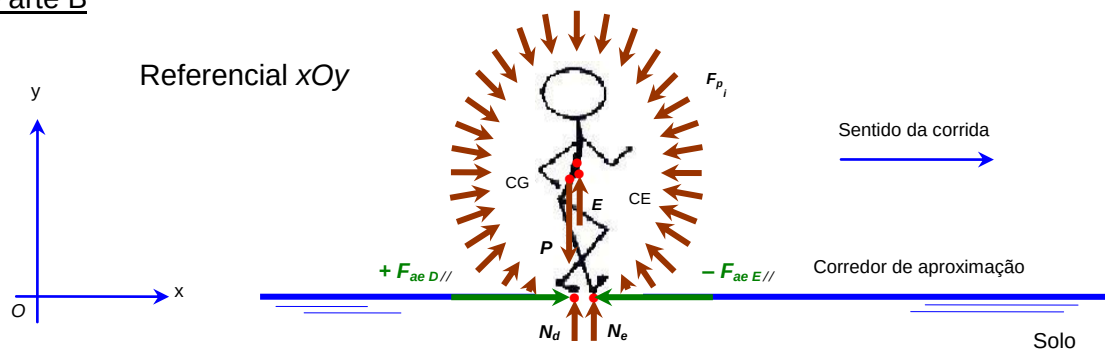


Figura II.11 – Representação vetorial da força de atrito estático, F_{ae} (Parte A), e conjunta das forças peso, P , normais N_d e N_e , de pressão, F_{p_i} , de empuxo E e de atrito estático, F_{ae} (Parte B), que agem no atleta modelo.

Na Parte B, a Figura II.11 volta a indicar o conjunto das forças estudadas até então. Nesse plano vertical em que o eixo- y das ordenadas aparece no todo, surgem, além das forças descritas anteriormente, apenas as componentes da força de atrito estático, F_{ae} , ao longo do eixo- x das abscissas, $+F_{ae D//}$ e $-F_{ae E//}$ enquanto projeções ortogonais da força de atrito estática original, F_{ae} , devido a cada um dos pés ou sapatilhas.

f) Por derradeiro, a sexta das “seis forças de procedências distintas”, previstas no início desta seção “durante a fase de preparação para a corrida” — analisada da perspectiva do atleta modelo e, em vista disto, por meio de um referencial solidário ao seu CM (por exemplo), o qual devido a crescente imposição das circunstâncias de uma competição, neste caso do atleta modelo, não realiza “[...] movimento relativo de translação uniforme” (ALONSO, 1972, p. 116) — trata-se da força de resistência, F_r , exercida pela ação do “[...] vento aparente”

(FERREIRA, 1975, p. 1449; CAETANO, 2008)⁸⁴, uma composição vetorial do “[...] *vento real* [ou “[...] *verdadeiro*”]” (FERREIRA, 1975, p. 1449; CAETANO, 2008) originado pelos fenômenos naturais a viger relativamente as coordenadas geográficas inerentes, a ser medido por anemômetros ligados a pista (referencial xOy), e pelo “[...] *vento induzido*” (CAETANO, 2008), auto-produzido pelo movimento, relativo a pista, do *atleta modelo* e que, muito embora produza efeitos no referencial do centro de massa (*CM*), não se faz presente nos registros do aludido anemômetro fixado a pista.

Numa descrição compreensível, a Revista Náutica Online⁸⁵ expõe assim para velejadores os conceitos acima:

*“[...] ‘vento aparente’ [...] é a combinação de dois ventos: o vento produzido pela natureza (vento real) e o vento gerado pelo movimento do barco. Ou seja, é o vento que sentimos quando estamos em movimento. Tudo a bordo — [...], as tirinhas ‘teltales’, as birutas, as bandeiras — mostra a direção do vento aparente. Vento real é o vento que sopra para uma pessoa parada, o vento gerado pelo nosso movimento chamaremos aqui de **vento induzido**. A **soma vetorial** desses dois ventos é o **vento aparente**. Vamos imaginar que estamos em uma motocicleta num ensolarado dia de calmaria (sem vento real), passeando sem pressa, a vinte quilômetros por hora. Sentiremos em nosso rosto um vento de 20 Km/h no sentido contrário ao de nosso movimento. Se aumentarmos a velocidade da moto, o vento em nosso rosto aumentará na mesma medida. Vamos imaginar agora, que estamos na mesma moto, no rumo norte, num dia de vento leste. Com a moto parada, este vento, produzido pelos fenômenos naturais, nos atingirá no lado direito da cabeça. À medida que a moto desenvolve velocidade, não sentiremos dois ventos diferentes — um soprando em nossa frente, proveniente do movimento da moto, e outro gerado pela natureza, nos atingindo pelo lado — mas um vento único, vindo de uma direção entre norte e leste.”* (Grifo nosso)

Na obra *“Introdução à Mecânica dos Fluidos”* (FOX et al., 1992, p. 349), na parte correspondente ao estudo de *“[...] Escoamento de Fluidos ao Redor de Corpos Submersos”* no qual, por assim dizer, está inserido o *atleta modelo* porquanto supostamente mergulhado *“[...] no fundo [deste] [...] oceano [gasoso]”* (BLACKWOOD et al., 1971, p. 98) em que se pode afirmar, transforma-se a atmosfera terrestre, como anteriormente mencionado⁸⁶, sempre *“[...] que há movimento relativo entre um corpo sólido e o fluido no qual está imerso, o primeiro [o atleta modelo, se considerado sólido] é submetido a uma força resultante, **F**, devida à ação do segundo [o ar atmosférico].”* (FOX et al., 1992, p. 349).

FOX et al. (1992, pp. 349-350; 361), afirma ainda que:

*“Em geral, a força infinitesimal, **dF**, que atua sobre um elemento de área não será normal nem paralela ao elemento. [...] Se o corpo estiver se movendo através de um fluido viscoso [ou se um fluido viscoso estiver escoando ao redor do corpo submerso], tanto forças de*

⁸⁴ VENTO APARENTE. In: NOVO DICIONÁRIO DA LINGUA PORTUGUESA. 9 ed. Rio de Janeiro, 1975, p. 1449.

⁸⁵ REVISTA NÁUTICA Online. Disponível em: < <http://www.nautica.com.br/revista.php> >. Acesso em: 26 dez. 2008.

⁸⁶ Cf., item II. 2.2.1 c.

cisalhamento [paralelas] quanto de pressão [perpendiculares] atuam sobre ele [...] [e] A força resultante, F , pode ser dissociada nas componentes paralela e perpendicular à direção do movimento. A componente F_x da força paralela à direção do movimento é a força de arrasto, F_D , e a [componente F_y da força] perpendicular à direção do movimento é a de sustentação, F_L . [...] [Onde, por arrasto entende-se] a componente da força sobre um corpo que atua paralelamente à direção do movimento [...] [e por sustentação] a componente da força aerodinâmica perpendicular ao movimento do fluido.”.

Na presente “fase de preparação para a corrida”, em que o *atleta modelo* encontra-se em repouso, ou seja, em que sua velocidade relativa a pista é nula (0 m/s), o “*vento aparente*” será o próprio “*vento real*” como visto, isto é claro, se existir vento. Logo, estas forças de arrasto, F_D , e de sustentação, F_L , somente deverão ser consideradas se o(s) anemometrista(s) da competição verificarem alguma medição diferente de zero (0 m/s) registrada pelo anemômetro, qualquer que seja a “[...] *informação sobre o vento* [...] [dada pela] *biruta* [...] *posicionada em uma posição apropriada* [nas] [...] *provas de saltos*, [...] *para mostrar ao [a] atleta a direção e força aproximadas do vento*.”, conforme diz a “Regra 144.3” (CBAt, 2002-2003, p. 93; FAERGS, 2006-2007, p. 10)^{87, 88}.

Ao escrever a respeito desta força aerodinâmica de resistência, F , SCHIOZER (1996, p. 490) esclarece a complexidade que há em se lidar com fluidos viscosos que escoam em presença de corpos não rígidos deslocando-se ou não e com complicada geometria. Como é o caso, entende o autor, de pessoas que são corpos não rígidos, imersas no ar atmosférico enquanto fluido viscoso compressível e em situações semelhantes a de movimentos relativos aos “deslocamento de atletas no meio ar, sem vento, ou de atletas parados, com vento e do deslocamento de atletas no meio ar, com vento contra, a favor ou cruzado”, como já fora mencionado no Capítulo I⁸⁹.

Para o professor Dayr SCHIOZER (1996, p. 490),

“[...] mesmo no caso de um fluido considerado não-viscoso e com geometrias de corpos bastante simples, o estabelecimento da distribuição de tensões é um problema bastante complexo. Para escoamentos viscosos, as dificuldades crescem e mesmo os casos mais simples só podem ser resolvidos após a introdução de hipóteses simplificadoras, que quase sempre permitem apenas soluções aproximadas.”

Ainda segundo SCHIOZER (1996, p. 491)⁹⁰,

⁸⁷ CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO: *regras oficiais de atletismo*, op. cit., p. 93.

⁸⁸ FAERGS – Federação de Atletismo do Estado do Rio Grande do Sul, op. cit., p. 8.

⁸⁹ Cf. Item I.7.

⁹⁰ *Ibid.*, p. 491.

“[...] A primeira proposição para uma lei de resistência do movimento de corpos em meios fluidos foi feita por [Isaac] Newton [(1642-1727)], com base no teorema da conservação da quantidade de movimento: a força exercida pelo fluido no corpo é igual à razão de variação da quantidade de movimento no fluido, em vista da presença do corpo.”

SCHIOZER (1996, p. 491) assegura que Newton teria equivocado-se ao propor tal teoria por não considerar o corpo como um todo, limitando-se apenas a sua parte dianteira, àquela que estaria de frente para o vento. Mas que, mesmo assim, muito embora se tenha conhecimento daquele engano, na atualidade tem-se por hábito entender a intensidade da resistência de arrasto, aqui representada por $|F_D| \equiv F_D$, como aquela dada pela expressão a seguir (Equação II.4),

$$F_D = \frac{1}{2} \times C_D \times \rho \times A \times v^2 \quad \text{Equação II.4}$$

onde C_D , identificado como coeficiente de resistência, dependeria da forma, da posição e da velocidade do corpo e também de propriedades do fluido, em que o produto $\frac{1}{2} \rho v^2$, seria a pressão dinâmica e A a área da superfície total do corpo projetada na direção do movimento.

Para GRIMSEHL (1932, p. 367), a componente de sustentação, F_L , pode ser determinada pela expressão abaixo (Equação II.5), onde C_L é o coeficiente dimensional de sustentação. Da mesma forma que C_D , estes “[...] [coeficientes] dimensionais [...] podem ser determinados experimentalmente como funções do ângulo α .”, o ângulo de ataque do qual depende a relação F_L/F_D entre a força de sustentação, F_L , e a força de arraste, F_D , e, como menciona SCHIOZER (1996, p. 506), *“Em qualquer corpo em movimento num meio fluido, a sustentação e a resistência são extremamente dependentes do ângulo de ataque [α] do corpo em relação à direção do escoamento.”*

$$F_L = \frac{1}{2} \times C_L \times \rho \times A \times v^2 \quad \text{Equação II.5}$$

Conforme a “Regra 135” (CBAt, 2002-2003, p. 85)⁹¹ ou a “Regra 136” (FAERGS, 2006-2007, p. 8)⁹², *“O Anemometrista deve [...] verificar a **velocidade do vento na direção da corrida nas provas apropriadas [...]**”*. Já a “Regra 260.10b” (CBAt, 2002-2003, p. 208)⁹³, afirma que *“No Salto em Distância [...] [se] a **velocidade do vento medida na direção do salto, a favor do competidor**, tiver média acima de 2 m/s, o recorde não será aceito.”* (Grifo nosso)

⁹¹ CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO: *regras oficiais de atletismo, op. cit.*, p. 85.

⁹² FAERGS – Federação de Atletismo do Estado do Rio Grande do Sul, *op. cit.*, p. 8.

⁹³ CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO: *regras oficiais de atletismo, op. cit.*, p. 208.

Portanto, a medição da velocidade do vento na direção da corrida ou do salto, assim como o sentido favorável (ou contrário) que ele venha ter, servem de parâmetros tanto para a constatação do fato em si como para a homologação dos recordes olímpicos, bem como para outros resultados em competições oficiais. Uma outra regra, a “Regra 163.10-11” (CBA, 2002-2003, p. 104; FAERGS, 2006-2007, p. 15)^{94, 95}, determina que:

“O registro do Anemômetro se fará em metros por segundo, arredondado até o seguinte decímetro superior, em sentido positivo. [...] O anemômetro mecânico deve ter uma proteção apropriada para reduzir o impacto de qualquer componente de vento cruzado. Quando tubos são usados, seu comprimento de cada lado do aparelho deve ser no mínimo duas vezes o diâmetro do tubo.”

Ao exemplificar, esta referida “Regra 163.10” acima mencionada enuncia que: “[...] um registro de +2,03 metros por segundo [vento a favor] se anotará como +2,1; um registro de -2,03 metros por segundo [vento contra] se anotará como -2,0 [...]”.

Pelo exposto, conclui-se que independentemente da direção dentre as inúmeras possibilidades tridimensionais do vento real num Estádio Olímpico, a única componente levada a efeito é aquela correspondente a efetiva direção do salto, seja ela de sentido a favor do salto (sentido positivo) ou contra o salto (sentido negativo). Por conseguinte, a composição vetorial, plana e horizontal, dos ventos induzido, real e aparente que atuam sobre o *atleta modelo* deve resumir-se a apenas dois casos, ressalta o autor.

Voltando às ilustrações (Figura II.12, a seguir), pode-se dar uma amostra de como ficaria tal resultante vetorial de resistência, F_r , idêntica a força de arrasto aparente $F_{D \text{ aparente}}$ ($F_r \equiv F_{D \text{ aparente}}$). O vento induzido, gerado pelo deslocamento do(a) atleta no sentido da caixa de aterrissagem, será sempre um vento contrário a este deslocamento, um vento negativo ou como se diz, um vento ponteiro, produzindo deste modo a força de arrasto induzida, $F_{D \text{ induzida}}$. Já o vento real, adotado segundo a direção do eixo central do corredor de aproximação, será ponteiro (negativo) e portanto, desfavorável por assim dizer ou de feição (positivo), isto é, favorável ao sentido de deslocamento do(a) atleta, criando do mesmo modo a força de arrasto real, $F_{D \text{ real}}$.

Nesta amostra gráfica (Figura II.12), deve-se notar que pelas características próprias, o vento real, positivo ou negativo, poderá existir (então $F_{D \text{ real}} \neq 0$ newton) ou não (neste caso $F_{\text{real}} = 0$ newton) independentemente de o(a) *atleta modelo* estar parado ($v = 0$ m/s) ou em movimento ($v > 0$ m/s) relativamente à pista. E sua magnitude, por motivos naturais diversos,

⁹⁴ *Ibid.*, p. 104.

⁹⁵ FAERGS – Federação de Atletismo do Estado do Rio Grande do Sul, *op. cit.*, p. 15.

ainda variar durante a prova naqueles instantes de deslocamentos do(a) atleta ao longo do corredor de aproximação, num total de até “[...] seis tentativas” (“Regra 180.5”)^{96,97}.

Quanto ao vento induzido (experimentado pelo *atleta modelo* e medido do referencial do CM), sua grandeza variará de zero enquanto o(a) atleta permanecer parado(a) (e neste momento $F_{D \text{ induzido}} = 0$ newton), a um valor proporcional a velocidade, v , mantida pelo(a) atleta em relação à pista, a qualquer tempo, conforme descrito na Equação II.4 (visto isto, $F_{D \text{ induzido}} = \frac{1}{2} \times C_D \times \rho \times A \times v^2 (-i)$, em newtons, onde i é o vetor unitário na direção Ox).

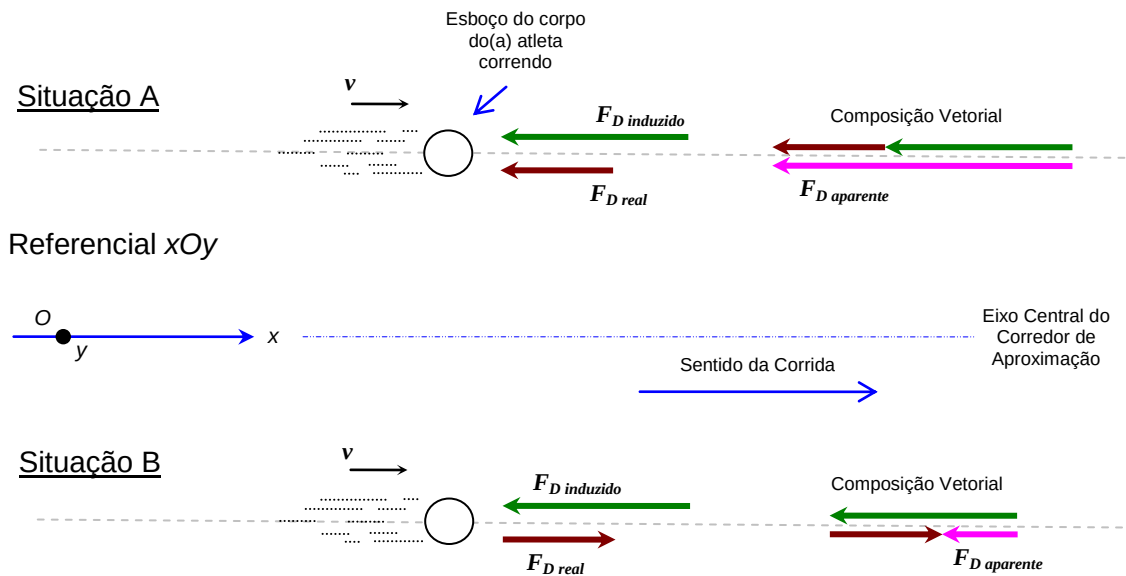


Figura II.12 – Esquema representativo das forças de resistência do ar, F_r , contra e a favor.

Aplicada ao centro de empuxo, CE, a resultante vetorial das resistências, F_r ($F_r \equiv F_{D \text{ aparente}} \equiv F_{D \text{ real}}$), gerada pela ação conjunta dos ventos real e induzido como já fora dito, limitar-se-á na Figura II.13 a seguir, as forças de arrastos reais + $F_{D \text{ real}}$ ou $-F_{D \text{ real}}$, enquanto houver vento ($F_{D \text{ real}} \neq 0$ newton), visto que na situação presente do *atleta modelo*, em repouso, somente esta condição seja admitida.

⁹⁶ CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO: *regras oficiais de atletismo*, op. cit., p. 127.

⁹⁷ FAERGS – Federação de Atletismo do Estado do Rio Grande do Sul, op. cit., p. 24.

Situação A

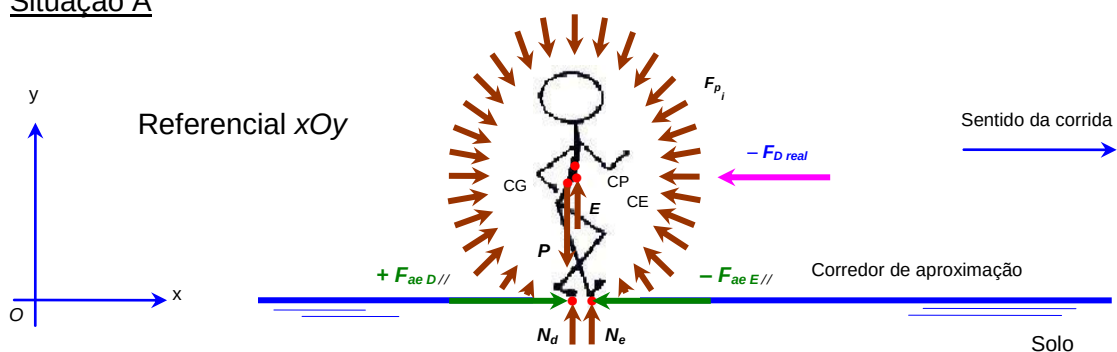


Figura II.13 – Representação vetorial conjunta das forças peso, P , normais N_d e N_e , de pressão, F_{p_i} , de empuxo E , de atrito estático, F_{ae} e resistência do ar, F_r , contra o movimento (Parte A), que agem no *atleta modelo*.

Situação B

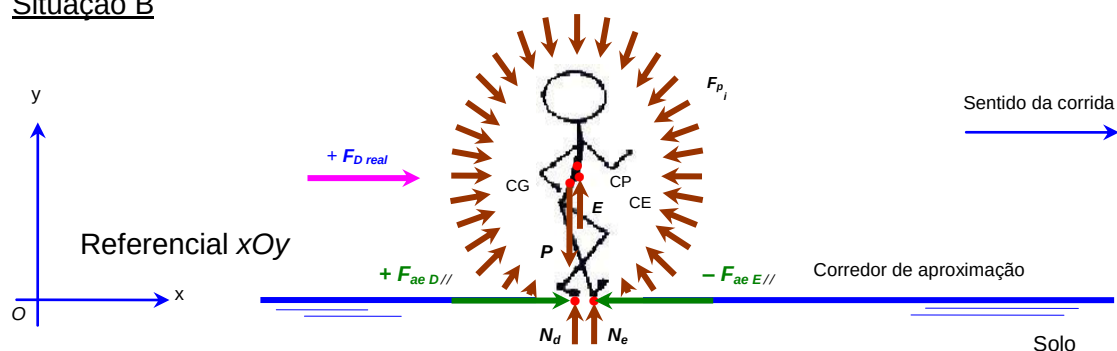


Figura II.13 – Representação vetorial conjunta das forças peso, P , normais N_d e N_e , de pressão, F_{p_i} , de empuxo E , de atrito estático, F_{ae} e resistência do ar, F_r , a favor do movimento (Parte B), que agem no *atleta modelo*.

Nos cinco últimos parágrafos expôs-se o que se obtém muito mais pelo cumprimento das normas vigentes nas competições do salto em distância, como modelo, do que como fato. Na verdade, para a força de resistência, F_r , a qual os(as) atletas ficam sujeitos no Atletismo, semelhantes resultados são a exceção e não a regra. Deixou-se, portanto, de se exemplificar possibilidades existentes, apesar de a situação particular apresentada poder enquadrar-se como solução satisfatória, já que as “Regras” do Atletismo contemplam unicamente a ação do vento (real) registrado pelo anemômetro na direção do salto. No esquema a seguir, Figura II.14, tenta-se, portanto, ilustrar como um possível resultado genérico sustentaria tal abstração hipotética num determinado instante de tempo, t , da disputa.

A estrutura (a) da Figura II.14, apresenta uma força de resistência real, F_{real} , devido a uma rajada fictícia tridimensional de vento cruzado cujas componentes F_L , $F_{D\ lateral}$ e F_D , são

respectivamente as forças de sustentação, de arrasto lateral e de arrasto frontal ou simplesmente arrasto. Esta força de resistência real, F_{real} , somada vetorialmente a força de arrasto induzida, $F_{induzida}$, conduz a resultante vetorial de arrasto aparente, $F_{aparente}$, ou meramente força de resistência, F_r , cuja direção passa pelo centro de empuxo, CE, do *atleta modelo*, de modo que:

$$F_r = F_{aparente} = F_{induzida} + F_{real} \quad \text{Equação II.6}$$

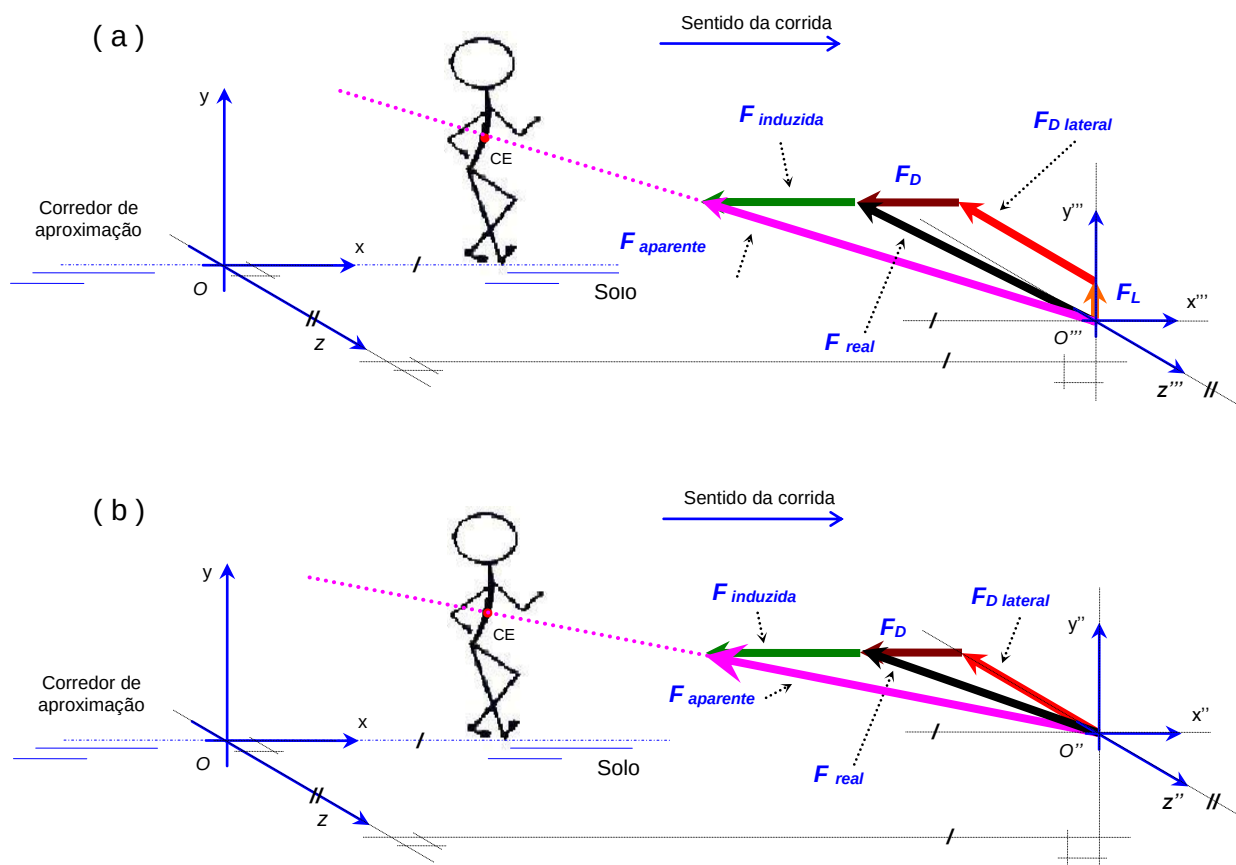


Figura II.14 – Hipóteses para a composição das diferentes ações de resistência do ar sobre o *atleta modelo*.

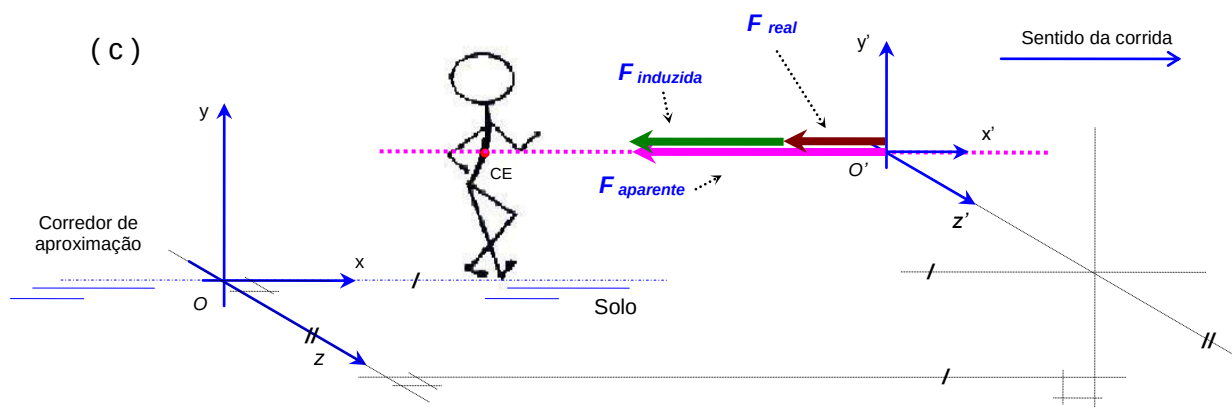


Figura II.14 – Hipóteses para a composição das diferentes ações de resistência do ar sobre o atleta modelo.

Portanto, ao se supor uma condição geral admitiu-se o *atleta modelo* em movimento, acarretando assim, a força de arrasto induzida, $F_{induzida}$, ou seja, uma força de arrasto induzida diferente de zero, $F_{induzida} \neq 0$ newton, mas que será desconsiderada na medida que o desportista se mantenha em repouso, então, $F_{induzida} = 0$ newton. Da mesma forma, tal suposição ocasiona uma força de sustentação, F_L , tão indispensável à aviação, como ilustrado⁹⁸ abaixo (Figura II.15), ao passo que no salto em distância se torna irrelevante.



Figura II.15 – Distribuição de forças aerodinâmicas num avião.

Contrariamente, a depender de sua intensidade, a força de arrasto lateral, $F_{D\ lateral}$, pode levar o(a) atleta a afastar-se tanto lateralmente do eixo central do corredor de aproximação, a ponto de levá-lo, na finalização, a aproximar-se em demasia das bordas da caixa de aterrissagem, ensejando riscos de acidente.

⁹⁸ Esquema das quatro forças aerodinâmicas básicas que atuam no avião. Fonte: Disponível em: <http://www.passeiweb.com/saiba_mais/voce_sabia/como_aviao_voa>. Acesso em: 27 Jan. 2009.

Por último, a força de arrasto, F_D , no caso, de mesma direção e sentido da força de arrasto induzida, $F_{induzida}$, juntas geram, nestas condições, o desconforto de levar o(a) atleta a um esforço muscular extra por conta da demanda de suas necessidades.

Neste caso, por consequência, estendendo-se a Equação II.6, tem-se:

$$F_r = F_{aparente} = F_{induzida} + (F_L + F_{D\ lateral} + F_D) \quad \text{Equação II.7}$$

Diferentemente da estrutura (a), a estrutura (b) da Figura II.14 não apresenta a força de sustentação, F_L ($F_L = 0$), como se pode ver e, portanto, de acordo com a pretensão, todas as forças, agora coplanares, encontram-se num plano horizontal e paralelo ao solo, seccionando assim o *atleta modelo* na altura de seu Centro de Empuxo, CE. Logo, a nova resultante vetorial de arrasto aparente, $F_{aparente}$, terá menos uma componente, ou seja:

$$F_r = F_{aparente} = F_{induzida} + (F_{D\ lateral} + F_D) \quad \text{Equação II.8}$$

Finalmente, com a eliminação da força de arrasto lateral, $F_{D\ lateral}$, ($F_{D\ lateral} = 0$), na estrutura (c) da Figura II.14, chega-se ao caso particular estudado na Figura II.12, “Situação A”, onde, $F_D \equiv F_{real}$, isto é:

$$F_r = F_{aparente} = F_{induzida} + (F_D) \quad \text{Equação II.9}$$

Ou, como já se havia dito, somente: $F_r = F_{aparente} = F_{induzida} + F_{real}$

Em suma, com respeito as seis forças estudadas, durante a preparação para a corrida da presente “fase 1” ou no tempo em que for possível continuar nesta posição espacial, na qual o *atleta modelo* permanece parado e de pé no início de sua marca, ou ainda apenas em repouso ($v_{atleta\ modelo} = 0$ m/s); em que as coordenadas que definem este estado de movimento não variam com o tempo, em outros termos, permanecem constantes em relação ao referencial físico comum a todos(as) os(as) competidores(as) do salto em distância e que neste caso, enquanto referencial físico que existe de fato, adequado seria (entende o autor) adotar a *linha de impulsão* ou *linha de medição* (bem como seu prolongamento), pois que convenientemente empregada, adequa-se, por conseguinte, a determinação das variáveis físicas pertinentes; submetendo o *atleta modelo*, mantida tais condições, a um “[...] *equilíbrio fluidomecânico*” (FOLMER-JOHNSON, s/d).

Por isso, quando “[...] *várias forças estão atuando sobre um corpo rígido* [admitindo-se que o *atleta modelo* possa satisfazer tais condições], *é necessário considerar o equilíbrio*

relativo tanto à translação como à rotação”, afirma ALONSO (1972, p. 68). Assim, independentemente da base de apoio que sustenta o *atleta modelo* pelas plantas de seus pés ou sapatilhas; do polígono de sustentação projetado dessas bases ortogonalmente sobre o solo e do equilíbrio relativo “[...] *ser estável, instável* [ou] [...] *indiferente*” (FONSECA, 1977, p. 554), vale aqui expor as duas condições necessárias:

I. Para o equilíbrio de translação:

“A soma vetorial de todas as forças deve ser zero: $\sum_i \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$ ” (ALONSO, 1972, p. 68).

Ou ainda,

$$\mathbf{P} + \mathbf{N} + \mathbf{F}_p + \mathbf{E} + \mathbf{F}_{ae} + \mathbf{F}_r = \mathbf{0} \quad \text{Equação II.10}$$

II. Para o equilíbrio de rotação:

“A soma de todos os momentos relativos a qualquer ponto deve ser zero: $\sum_i \mathbf{r}_i \times \mathbf{F}_i = \mathbf{0}$ ” (ALONSO, 1972, p. 68).

Ou seja,

$$\mathbf{P} \times \mathbf{r}_1 + \mathbf{N} \times \mathbf{r}_2 + \mathbf{F}_p \times \mathbf{r}_3 + \mathbf{E} \times \mathbf{r}_4 + \mathbf{F}_{ae} \times \mathbf{r}_5 + \mathbf{F}_r \times \mathbf{r}_6 = \mathbf{0} \quad \text{Equação II.11}$$

Onde $\mathbf{r}_i$ ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) representa o vetor posição, relativo a um ponto, P , arbitrário qualquer, dos pontos de aplicação das diversas forças consideradas (ALONSO, 1972, p. 57).

II.2.2.2 Durante a fase da corrida de impulsão (aproximação)

Nesta fase de aproximação ou “fase 2”, quando caberá ao *atleta modelo* empenhar-se para atingir a máxima velocidade a seu alcance no momento da impulsão na tábua de mesmo nome; em que o(a) atleta sai de um estado de repouso para uma corrida com velocidade crescente e aceleração variável, como confirmam os resultados obtidos nos estudos da “[...] [capacidade] de aceleração e resistência e velocidade de corredores mirins em uma prova de 100 metros rasos” (DAL PUPO, ROCHA, 2008) (Figura II.16), realizados por pesquisadores das Universidades Federais de Santa Catarina e Santa Maria, Brasil, ocorre que:

“A curva de velocidade apresentada pelos corredores mirins na prova de 100m rasos está apresentada na [...] [Figura II.16]. [E] [...] [de] acordo com a mesma, a fase de **aceleração positiva**⁹⁹ foi caracterizada até os 40m da prova, visto que a velocidade aumenta até este

⁹⁹ Cabe ressaltar o fato de que a aceleração promovida pelos(as) atletas ao longo de uma corrida é sempre uma **aceleração positiva**, com exceção, daqueles momentos em que por força do mau uso da sapatilha-de-prego, acidentalmente, os(as) atletas empurram o chão para frente, vindo a cair em seguida ou, pelo menos, a perder o equilíbrio da corrida (ou ainda, como se diz no Futebol brasileiro, catar cavaco) ou quando, conscientemente, os(as) atletas querem parar mais à frente.

ponto, registrando-se o pico da mesma, 6,80 e 6,70 m/s, nos sujeitos masculinos e femininos, respectivamente. [...] Durante este percurso inicial de aceleração [...] verificou-se nos 10m iniciais da corrida uma velocidade média baixa, tendo em vista que o tempo é cronometrado a partir do disparo [...] [quando] os atletas ainda estão parados nos blocos de partida. Desta forma, a velocidade média nestes metros iniciais será determinada pelo tempo de reação e capacidade de aceleração dos corredores. No segundo trecho da prova (10-20m), verificou-se grande aumento da velocidade média em relação aos primeiros 10m, passando, nos corredores masculinos, de 3,93 m/s para 6,39 m/s e de 3,89 m/s para 6,34 m/s nos femininos, demonstrando assim grande aceleração neste espaço. Nos próximos dois trechos (20-40m) a velocidade ainda continua ascendente, porém de maneira menos acentuada, caracterizando uma **aceleração menor, tendendo a ficar nula** próxima aos 40m, momento de maior velocidade na prova.” (DAL PUPO, J. & ROCHA JR, I. C., 2008). (Grifo nosso)

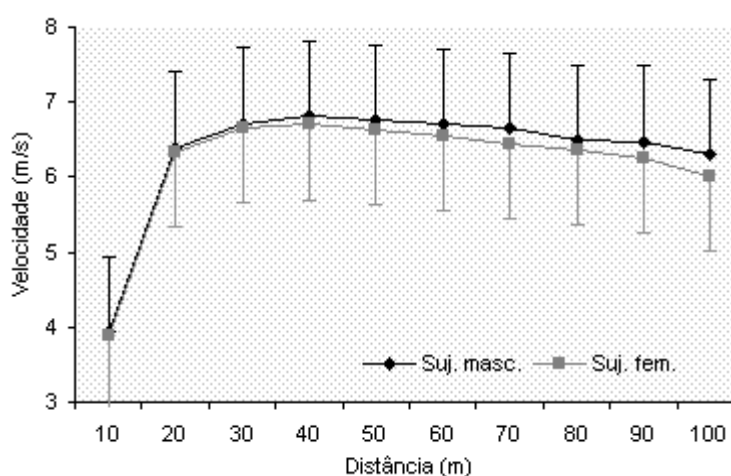


Figura II.16 – [...] Curva de velocidade na corrida de 100m rasos realizada por corredores mirins.

Dá-se então, neste momento, início a corrida de aproximação em busca do salto ideal, apesar da demanda de energia, da atuação de todas as forças estudadas até então e das que surgirão em consequência do movimento relativo, presente num referencial não inercial como a Terra.

Neste contexto, oportuno será mostrar o texto de Yakov PERELMAN (1971, pp. 30-33) sobre “ANDAR Y CORRER” contido na obra de sua autoria “Física Recreativa”, na qual o autor desenvolve dois gráficos, mostrados a seguir, ilustrando, segundo sua concepção, as fases do caminhar humano conforme a visão fisiológica do professor Paul Bier:

“O que fazemos dezenas de milhares de vezes todos os dias, durante toda a vida, são coisas bem conhecidas. Esta é a opinião geral, porém nem sempre é assim. Um bom exemplo que confirma isto temos no andar e correr. Que podemos saber melhor que estes dois tipos de movimentos? No entanto, são muitas as pessoas que têm uma ideia clara de como se move nosso corpo ao andar e ao correr e da diferença que existe entre estes dois

tipos de movimentos? Vejamos o que diz sobre o andar e o correr a fisiologia¹⁰⁰. Para a maioria dos leitores esta descrição será algo completamente novo.

'Suponhamos que um homem descansa sobre um de seus pés, por exemplo, sobre o direito. Imaginemos agora que este homem levanta seu calcanhar, ao mesmo tempo em que inclina o corpo à frente¹⁰¹. Nesta situação, a perpendicular baixada desde seu centro de gravidade estará fora, logicamente, da superfície básica de apoio e o homem deverá cair também para frente. Porém, enquanto esta queda tem início, a perna esquerda, que está no ar, rapidamente apoia-se no chão em frente à perpendicular do centro de gravidade, de forma que a queda ocorra dentro dos limites da superfície compreendida entre as linhas que unem, entre si, os pontos de apoio de ambos os pés. Desta maneira se restabelece o equilíbrio e o homem termina de dar um passo. O calcanhar pode ficar nesta posição, embora seja bastante incômoda. Porém se quer seguir em frente, incline mais seu corpo adiante, em movimento perpendicular ao seu centro de gravidade, para além dos limites da superfície de apoio e, no momento em que sentir o perigo de cair, volte a lançar adiante a perna correspondente, ou seja, à direita, dando assim um novo passo, etc. Por conseguinte, o andar não é mais que uma sucessão de quedas adiante, evitadas no tempo em que se desloca a perna deixada para trás voltando a apoiar-se nela. Examinemos mais a cerca este processo. Suponhamos que se tenha dado o primeiro passo. Neste momento, o pé direito ainda permanece em contato com o chão e o esquerdo acaba de pousar-se nele. Porém se o passo não tiver sido demasiadamente curto, o calcanhar direito deve permanecer levantado, já que este levantamento do calcanhar é que obriga o corpo a inclinar-se adiante e perder o equilíbrio. Ao dar o passo, o primeiro que toca o chão é o calcanhar do pé esquerdo. Mais tarde, quando toda a planta deste pé se assentar no solo, o pé direito se eleva e cai completamente no ar. Ao mesmo tempo, a perna esquerda, que estava ligeiramente flexionada na altura do joelho, se endireita ao contrair o músculo anterior da coxa (quadríceps crural), e momentaneamente toma a posição vertical. Isto permite a perna direita, que está meio flexionada, deslocar-se adiante sem tocar o solo, e, seguindo o movimento do corpo, pousar seu calcanhar no preciso momento em que começa o passo seguinte. Com isto, começa uma nova série de idênticos movimentos com a perna esquerda, a qual, neste momento, se apóia no solo somente com os dedos e pouco depois tem que elevar-se e cair suspensa no ar. O correr se distingue do andar, em que a perna apoiada no solo, mediante uma contração instantânea de seus músculos, se estende com energia e lança todo corpo adiante, de forma que este último cai durante um momento totalmente separado do chão. Depois volta a cair sobre a outra perna, a qual, enquanto o corpo se encontra no ar, avançou rapidamente para frente. Ou seja, a corrida consta de uma série de saltos de uma perna a outra' (Paul Bier apud PERELMAN, 1971, p. 30 seq.).

A energia empregada pelo homem ao caminhar sobre um percurso horizontal não é igual a zero, como alguns pensam, já que o centro de gravidade do corpo move-se vários centímetros cada vez que este dá um passo. Calcula-se que o trabalho realizado ao caminhar-se a pé por um percurso horizontal é igual à cerca de quinze décimos da parte necessária para elevar o corpo do pedestre a uma altura igual ao caminho percorrido. (Tradução nossa).

Nas Figuras II.17 e II.18 a seguir, procura-se retratar as representações gráficas criadas por Perelman.

¹⁰⁰ "O trecho que citamos a seguir foi obtido das 'Conferências sobre zoologia' do professor Paul Bier; [...].", esclarece PERELMAN (1971, p. 30).

¹⁰¹ "Neste momento, o pé de apoio, ao desprender-se da superfície em que se apóia, exerce sobre ela uma compressão complementar de cerca de 20 kg (sic). Do onde se deduz que, as pessoas ao andar, pressionam mais sobre o solo que aquelas paradas [...].", conclui PERELMAN (1971, p. 30).

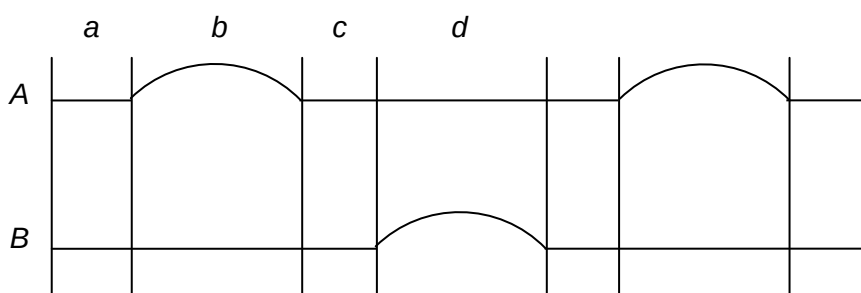


Figura II.17 – Esquema do movimento do pé ao andar.

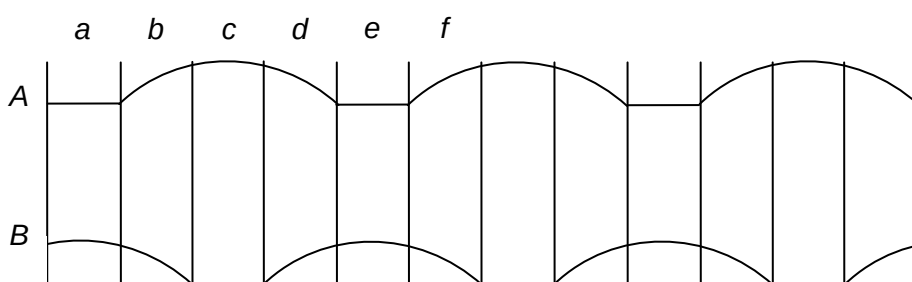


Figura II.18 – Esquema do movimento do pé ao correr.

Ao insistir que se comparem os dois esquemas acima (Figuras II.17 e II.18), os quais representam os movimentos dos pés ao andar e dos pés ao correr, respectivamente, PERELMAN (1971, pp. 31-32) descreve com minúcia seus significados. Na Figura II.17, a linha sinuosa horizontal superior, A, corresponde a um pé e a linha sinuosa horizontal inferior, B, ao outro. Em cada horizontal, indistintamente, os intervalos retos definidos pelas semirretas verticais simbolizam as ocasiões em que o pé, indiferentemente de qual, toca o chão e os intervalos com arcos simbolizam as ocasiões em que o pé, A ou B, move-se sem apoio. O esquema ainda mostra nos intervalos de tempo a e c ambos os pés apoiados no chão; no intervalo de tempo b, somente o pé B mantém-se apoiado, enquanto o pé A move-se sem apoio. E conclui: “[...] *na medida em que se anda mais rápido, diminuem-se os intervalos de tempo [...] [a e c].*” (Tradução nossa).

Na Figura II.18, mostra-se as ocasiões (em b, d e f) em que o(a) corredor(a) mantém ambos os pés movendo-se sem apoio, como que a “flutuar” no pequeno lapso de tempo. Nisto, acentua PERELMAN (1971, p. 32), “[...] *consiste a diferença entre correr e andar.*”.

Nos momentos da corrida em que ocorre o contato do pé *A* ou *B* com a pista, como sugere a Figura II.18 anterior, nos intervalos de tempo $\underline{a}$, $\underline{c}$, $\underline{e}$ etc., o(a) atleta impõe uma nova aceleração ao seu movimento por conta da reação sobre ele, gerada pela resultante vetorial constituída pelas forças normal, $\mathbf{N}$, e atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$ (BLACKWOOD, 1971, p.175) ou, como anteriormente ressaltado (DAL PUPO, ROCHA, 2008), o(a) atleta fica submetido a uma aceleração positiva — e sempre positiva — a menos que por uso às vezes inadequado da sapatilha-de-prego a força de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$, imprimida, tenha seu sentido invertido, podendo causar, de imediato, a queda do(a) atleta. Note-se que a inversão dos sentidos de qualquer uma das forças de atrito estático, $+\mathbf{F}_{ae D}$ e $-\mathbf{F}_{ae E}$, indicadas na Figura II.11, possibilitará o *atleta modelo* de cair, conduzindo-o ao solo de decúbito ventral ou de decúbito dorsal, respectivamente, deduz-se.

Na Figura II.19 a seguir, esclarece-se como ficaria tal composição vetorial entre a normal, $\mathbf{N}_D$, e a força de atrito estático, $+\mathbf{F}_{ae D}$, ambas sob o pé direito do *atleta modelo*.

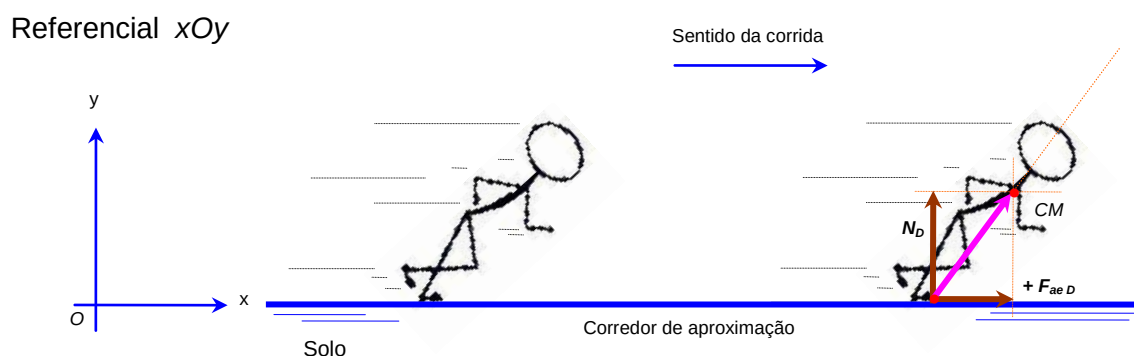


Figura II.19 – Representação vetorial da composição das forças normal, $\mathbf{N}$, e força de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$, atuando sobre o *atleta modelo*.

Outro detalhe igualmente importante é o fato de o atrito permanecer estático e não cinético como talvez se pudesse supor, pois o pé do *atleta modelo* não desliza sobre a pista sintética enquanto ele corre, por conta dos pregos da sapatilha que na pista penetram, como que num “processo” de adesão exagerada.

Observe-se que na posição inclinada (Figura II.19), a qual o *atleta modelo* se impõe ou deveria se impor durante a corrida, nota-se o quanto a projeção ortogonal da força de seu peso próprio, $\mathbf{P}$ (Figura II.20), projeta-se à frente de sua base de sustentação mantida pelo pé direito, causando, relativamente ao ponto *Q*, de contato com a pista sintética neste instante, a tendência de girar seu corpo no sentido horário em torno deste ponto *Q*, mas desfazendo-se

logo em seguida, devido a sequência natural do processo de correr descrita por PERELMAN (1971, p. 32)¹⁰², na Figura II.18.

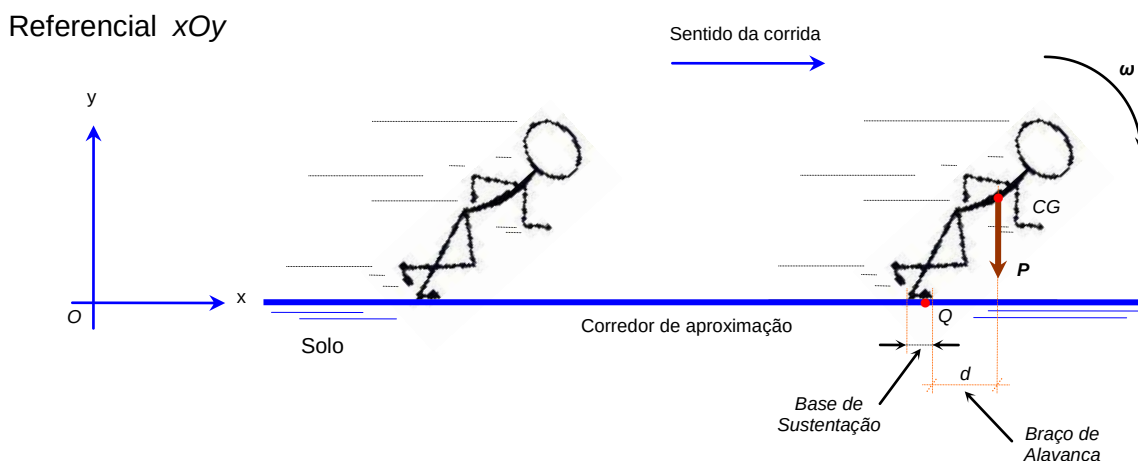


Figura II.20 – Projeção ortogonal da força peso, P , fora do polígono de sustentação.

Acima, ao se descrever o peso próprio, P , do *atleta modelo* (Figura II.20), nenhum impedimento se teria, a princípio, caso a referida descrição fosse à do peso próprio aparente expresso pela resultante vetorial $P + E$, soma vetorial entre o peso próprio, P , e o empuxo, E , correspondente, já que nestas circunstâncias, esta diferença propiciaria efeito semelhante de sensação de queda à frente.

Assim, à exceção da força de pressão, F_p , presente por conta da atmosfera local¹⁰³, a

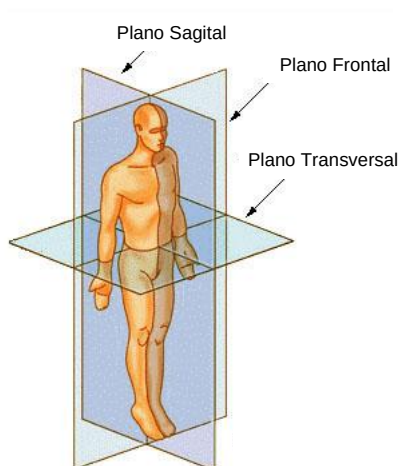


Figura II.21 – Planos anatômicos espaciais.

¹⁰² PERELMAN, Y.; *loc. cit.*

¹⁰³ Cf. Item II. 2.2.1 c.

Figura II.22 abaixo terá a incumbência presunçosa de resumir uma possível resultante para as cinco outras forças estudadas em todo item II.2.2.1. Nesta figura, as forças peso próprio (P), normal (N), atrito estático (F_{ae}), empuxo (E) e resistência do ar (F_r), com ou sem vento contra ou a favor, serão todas admitidas como coplanares e pertencentes ao plano sagital ou ântero-posterior (definido no esquema anterior, Figura II.21)¹⁰⁴.

Para tanto, como se denota nesta representação gráfica (Figura II.22), limitar-se-ão as coerências quanto à direção, o sentido e ao ponto de aplicação destas forças, deixando, contudo, de se contemplar as escalas correspondentes às respectivas magnitudes.

Referencial xOy

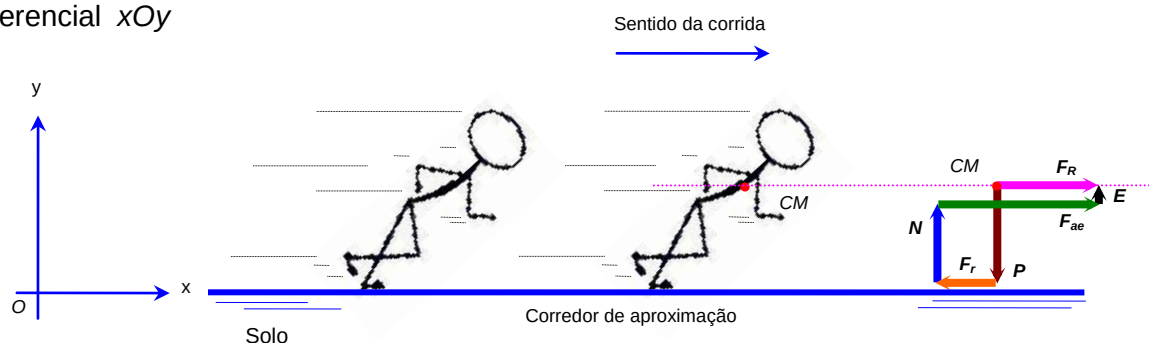


Figura II.22 – Composição vetorial das forças peso, P , normais N_d e N_e , de pressão, F_p , de empuxo E , de atrito estático, F_{ae} e resistência do ar, F_r , contrário ao movimento, que atua sobre o *atleta modelo*.

Mesmo assim, esta solução vetorial fictícia, pelas particularidades, se amparará na “[...] *segunda lei de Newton* [(1642-1727)] *para o movimento*” (ALONSO, 1972, p. 154), em que para uma massa constante, como admite-se ser a massa, m , do *atleta modelo*, assim poderá ser escrita:

$$F_R = P + N + F_{ae} + E + F_r = m \times a_R \quad \text{Equação II.12}$$

onde, F_R é a propalada força resultante, m a massa do *atleta modelo*, a_R a aceleração resultante e P , N , F_{ae} , E , e F_r as demais forças consideradas.

Em outras palavras, segundo TIPLER (1985, p. 77), a Equação II.12 pode ser expressa assim: “[...] A modificação do movimento [$\frac{dv}{dt} \mathbf{u}_R = \mathbf{a}_R$] é proporcional [$\frac{F_R}{a_R} = m$] à força motriz atuante [F_R] e ocorre na direção retilínea em que a força é impressa [$F_R = m \times a_R$].”

¹⁰⁴ Fonte: Wikipédia. “Um corpo humano em posição anatômica cortado pelos diferentes planos de delimitações.”. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Posi%C3%A7%C3%A3o_anat%C3%B4mica >. Acesso em: 09 fev. 2009.

Oportuno, ademais, seja esclarecer que quanto ao emprego precedente, das assertivas “resumir uma possível resultante” e “esta solução vetorial fictícia”, tinha-se em mente chamar a atenção para a ordenação dada àquela soma vetorial em particular (Figura II.22). Porquanto, na literatura pesquisada, outros autores sugerem possibilidades diferentes daquela, quais sejam: (1) a de uma força normal, $\mathbf{N}$, em módulo, igual a intensidade do peso próprio, $\mathbf{P}$ (BLACKWOOD, 1971, p.175), ou ainda, como assim foi entendida, (2) a de uma força normal, $\mathbf{N}$, em módulo, maior que a intensidade do peso próprio, $\mathbf{P}$ (Weyand *apud* Revista da Semana, 2008)¹⁰⁵. Nesta última, atribuída ao fisiologista Weyand, chega-se a afirmar na publicação da “Revista da Semana” que “Bolt [¹⁰⁶] *contraria essa regra [pois] [...] consegue devolver mais força para o chão em relação ao peso de seu corpo’ [...]*”.

Ao que parece, dependendo do modelo teórico que se adote, encontra-se amparo para as três proposições. Pois, tomando-se como referência a soma vetorial anteriormente mostrada na Figura II.22, se em (1) a força normal, $\mathbf{N}$, em módulo, for igual à intensidade do peso próprio, $\mathbf{P}$ ($|\mathbf{N}| = |\mathbf{P}|$ ou simplesmente $N = P$), isto implicaria, a princípio, em se ter o empuxo, $\mathbf{E}$, igual a zero ($\mathbf{E} = \mathbf{0}$), levando o referido modelo a um estágio simplificado (irreal, portanto) no qual se desprezaria todos os efeitos já estudados no Capítulo I¹⁰⁷, causados pela atmosfera terrestre.

Por outro lado, assegurar em (2) que o atleta jamaicano Usain Bolt “[...] *consegue devolver mais força para o chão em relação ao peso de seu corpo*” importaria, salvo melhor juízo, em se considerar num novo modelo, o módulo da força normal, $\mathbf{N}$, elaborado no esquema da referência adotada (Figura II.22), a ser maior do que a intensidade do peso próprio, $\mathbf{P}$ ($|\mathbf{N}| > |\mathbf{P}|$ ou somente $N > P$) e, como consequência, admitir o empuxo, $\mathbf{E}$, a ter sentido contrário ($-\mathbf{E}$), deixando este, portanto, de ser empuxo por contrariar a definição dada anteriormente¹⁰⁸. Seria como se ter a força de sustentação, $\mathbf{F}_L$, atuando às avessas, relembra o autor.

A despeito das conjecturas analisadas acima serem ou não factíveis, as forças que contribuirão diretamente para a solução encontrada, neste caso, serão efetivamente a força de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$, e a força de resistência do ar ou arrasto, $\mathbf{F}_D$, como demonstra-se a seguir (Figura II.23).

¹⁰⁵ REVISTA DA SEMANA. *Velocidade. Usain Bolt vence a ciência*. 25 ago. 2008. Disponível em: <http://revistadasemana.abril.com.br/edicoes/51/esportes/materia_esportes_297011.shtml>. Acesso em: 11 fev. 2009.

¹⁰⁶ Usain Bolt (1986), atleta jamaicano, atual recordista olímpico e mundial dos 100 e 200 metros rasos, Jogos Olímpicos de Pequim, 2008. Disponível em: <<http://www.inpuntadipenna.com/pt/usain-bolt-video-100-metri-in-976/661/>>. Acesso em: 15 fev. 2008.

¹⁰⁷ Cf., item I 10.

¹⁰⁸ Cf., Item II.2.2.1 d.

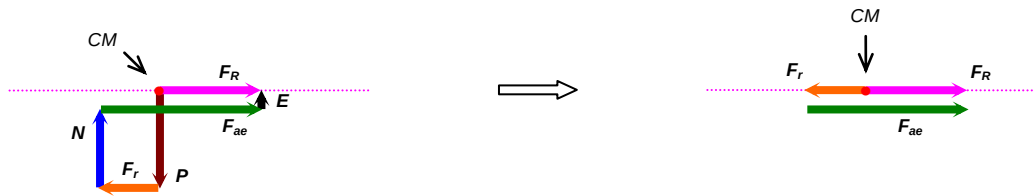


Figura II.23 – Versão simplificada da composição das forças que atuam sobre o *atleta modelo*.

Logo, a Equação II.12 pode ser reduzida, sem embargo, à Equação II.13 disposta como segue:

$$\mathbf{F}_R = \mathbf{F}_{ae} + \mathbf{F}_r = m \times \frac{dv}{dt} \quad \mathbf{u}_R = m \times \mathbf{a}_R \quad \text{Equação II.13}$$

onde, por $\frac{dv}{dt}$ representa-se a variação temporal da velocidade e por $\mathbf{u}_R$ o unitário na direção da força resultante.

O exposto leva a crer que os passos praticáveis a seguir, quais sejam os de substituir nas Equações II.3, II.4 e II.13, dados oriundos de competições ou, *in loco*, de experimentos exclusivos com atletas da prova de salto em distância, resumam-se numa análise cuidadosa e no desenvolvimentos de equação(ões) diferencial(ais) que se possam formular das expressões da Tabela II.4, a seguir. Objetivando, em princípio, relativamente a prova em questão, as relações por ventura existente entre velocidade e tempo (ou posição), $v = v(t)$ e/ou $v = v(x)$, bem como aceleração e tempo (ou posição), $a = a(t)$ e/ou $a = a(x)$, tarefas estas que fogem ao escopo desta dissertação.

Entretanto, pelo que se tem podido perceber durante as provas de Atletismo em pistas sintéticas, enquanto competem diferentes atletas, homens e mulheres, calçados com sapatilhas-de-prego padronizadas e com performances evidentemente distintas, é que seria por demais conflitante adotar um valor de atrito máximo entre as sapatilhas-de-prego e a pista sintética, como se os movimentos relativos dessas superfícies fossem iminentes. Portanto, parece razoável admitir, quando nada como hipótese, que estes atletas não vêm conseguindo superar o valor máximo do atrito estático, $\mathbf{F}_{ae M}$, tanto assim, que não se tem constatado casos ou mesmo relatos de deslizamentos (escorregadelas do pé para trás) que contradigam tais observações, corroborando assim, enquanto fatos, a adoção de um valor desconhecido ψ^{109} (Tabela II.4), a ser perquisado¹¹⁰, afirma o autor.

¹⁰⁹ Lê-se: psi.

Tabela II.4 — Expressões matemáticas das forças de atrito estático, da resistência do ar e da resultante do conjunto

Equação II.3 (item II.2.2.1.e)	$0 \leq F_{ae} \leq F_{aeM}$ e $F_{aeM} = \mu_e \times N$	Donde $F_{ae} = \Psi < F_{aeM}$, $\Psi = \lambda [\mu_e (P - E) \text{ sen } \varphi]$, e λ, um adimensional ($[\lambda] = 1$), a ser determinado experimentalmente, assim como μ_e.
Equação II.4 (item II.2.2.1.f)	$F_D = \frac{1}{2} \times C_D \times \rho \times A \times v^2$	Notar que em $F_D = F_D (C_D, \rho, A, v)$, para um(a) atleta, todos os parâmetros são variáveis.
Equação II.13 (item II.2.2.2)	$F_R = F_{ae} - F_r = m \times \frac{dv}{dt} = m \times a_R$	Considerar a identidade $F_r \equiv F_D$

NOTA: As informações à direita são conclusões do autor.

Outrossim, ainda sobre as conclusões do autor (Tabela II.4), os parâmetros contidos na expressão da força de arrasto, $F_D = F_D (C_D, \rho, A, v)$, parecem exigir que se leve em conta o fato notório de que, enquanto corre, a área transversal, A , do corpo do(a) atleta não permanece constante, já que depende da inclinação em relação a pista, enfatizada nas Figuras II.19, II.20 e II.22, e esta inclinação muda ao longo do percurso; do movimento coordenado e sincronizado de seus membros superiores e inferiores que por vezes, no decorrer da disputa, deslocam-se em diferentes padrões e ainda contribuem para a manutenção do movimento combinado da translação e da oscilação do plano frontal do corpo do(a) saltador(a) e do movimento discreto mas excêntrico de sua cabeça, afora o equilíbrio fluidodinâmico proporcionado pela atuação singular dos olhos e dos ouvidos. Por outro lado, a forma (ζ), o volume (V), a posição ($s = s(x, y, z, t)$) e a velocidade (v) de seu corpo, que estão contidos no cálculo do coeficiente de resistência, C_D ¹¹¹ (SCHIOZER, 1996, p. 491), além das propriedades do fluido (pressão dinâmica ($\frac{1}{2} \rho v^2$), massa específica (ρ), viscosidade (η)...), todos variam, mesmo que por suas respectivas ordens de grandezas tais variações sejam desprezíveis.

II.2.2.3 Durante a fase da impulsão

Vários são os desportos nos quais, durante as provas da competição, se observam choques mecânicos entre atletas ou partes de seus membros e seus equipamentos ou

¹¹⁰ Cf. item II. 2.2.1 e.

¹¹¹ Cf. Equação 2.4.

adversários. Ao chutar a bola de futebol ou *futsal*, ao rebater com a raquete a bola de tênis, ao golpear com o taco a bola de golf, ao tocar com o pé de impulsão a tábua de salto, os atletas experimentam como em tantas outras modalidades, as consequências de tais ocorrências momentâneas.

Em semelhantes ocasiões, como também acontece na natureza, “[...] *as forças atuantes estão variando rapidamente em direção e grandeza*”, assegura FERENCE JR. *et al.* (s/d, p. 101). Quando isto se dá,

“As forças exercidas por um dos corpos sobre o outro [denominadas forças internas] são frequentemente muito mais intensas que quaisquer forças externas presentes [produzidas por terceiros], e o tempo de duração [...] [do choque mecânico em particular] é tão pequeno que os corpos não se movem, apreciavelmente, durante ele”. (TIPLER, 1978, p. 266 seq.).

Esta quase imobilidade dos corpos, denominada “[...] *aproximação do impulso*”, não deixa de ser uma aproximação justificável pelo fato de a força impulsiva média, $F_{I m}$, ser “[...] *muito maior que qualquer outra força e [o intervalo de tempo] Δt muito pequeno, de modo a não haver praticamente movimento durante [o choque mecânico citado]*” (TIPLER, 1978, p. 272).

Quanto a mencionada “[...] *força impulsiva*”, F_I (FERENCE JR. *et al.*, s/d, p. 107; KELLER *et al.* 1997, p. 255), como assim é chamado algumas vezes o impulso, I , diz KELLER *et al.* (1997, p. 255) ser esta “[...] *uma força de grande módulo que existe apenas por um curto intervalo de tempo*”. Já o impulso ou impulsão, I , é esta a grandeza física que caracteriza os efeitos desta força efêmera.

Da mesma forma, segundo o “*teorema do impulso*” descrito por GOLDEMBERG (1977, p. 149), o “[...] *impulso da força [...] [I] no intervalo [...] [de tempo $\Delta t = t_{final} - t_{inicial}$] é igual à variação da quantidade de movimento [Δp] da partícula [ou corpo] no intervalo de tempo [Δt] no qual a força [F] atua*”.

Esta variação da quantidade de movimento (ou momento linear ou *momentum*), Δp ,

“[pode ocorrer] [...] quando há uma variação na massa de um objeto [(o corpo em observação)], ou na sua velocidade, ou em ambos. Se o momentum muda enquanto a massa se mantém constante [conforme se supõe permanecer a massa do(a) atleta e], como [o] é na maioria dos casos, então a velocidade muda. Ocorre aceleração. E [...] [quem] produz a aceleração [...] é [a força de impulsão, F_I , no caso em estudo, provocada pelo atleta modelo, na tábua de impulsão]” (HEWITT, 2002, p. 99).

Assim, utilizando-se da segunda lei de Newton (1642-1727), $F = \frac{d}{dt}(p) = \frac{d}{dt}(m \times v)$, para uma força, F , dependente do tempo, t , ($F = F(t)$), e da “[...] *ideia de momento [linear] como o fator central e controlador em casos de impactos [,] descoberta pelo físico inglês John*

Wallis [(1616-1703)]” (FERENCE JR. *et al.*, s/d, p. 103), pode-se escrever, como o fazem conjuntamente TIPLER (1978, p. 268) e GOLDEMBERG (1977, p. 149), que :

$$I = \int_{t_{\text{inicial}}}^{t_{\text{final}}} \mathbf{F} dt = \int_{t_{\text{inicial}}}^{t_{\text{final}}} \frac{d}{dt} \mathbf{p} dt = m \int_{t_{\text{inicial}}}^{t_{\text{final}}} \frac{d}{dt} \mathbf{v} dt = \Delta \mathbf{p} \quad \text{Equação II.14}$$

Ou, de um modo mais simples,

$$I = \Delta \mathbf{p} = m \times (\mathbf{v}_{\text{final}} - \mathbf{v}_{\text{inicial}}) \quad \text{Equação II.15}$$

onde, por $\mathbf{v}_{\text{inicial}}$ e $\mathbf{v}_{\text{final}}$ representam-se as respectivas velocidades em t_{inicial} e t_{final} , como descrito no “teorema do impulso”.

Para melhor compreensão, na ilustração¹¹² seguinte (Figura II.24), em que um taco de golf atinge uma bola, nota-se nitidamente uma considerável deformação na bola. Tal deformação, contudo, ilusoriamente não se vê no taco. Outro detalhe nada patente, mas razoável de se admitir, diz respeito ao barulho que semelhante tacada deve ter produzido no ambiente do evento. Menos evidente, talvez, todavia não menos digno de menção, seja a sensível porém indelével alteração na temperatura dos dois corpos ou ainda, os efeitos incômodos da percussão que levam jogadores de tênis, beisebol e outros afins a, por exemplo, “[...] *segurar o taco [de beisebol] pelo centro de percussão no sentido de evitar a desagradável sensação da reação do taco quando ele atinge a bola.*” (ALONSO, 1972, p. 307).



Figura II.24 – Deformação da bola de golfe pelo taco, no instante do choque.

¹¹² Taco de golf atingindo uma bola. Fonte: Harold Edgerton, Massachusetts Institute of Technology. Disponível em: < <http://atomoemeio.blogspot.com/2009/01/foras-de-coliso.html> >. Acesso em: 5 mar. 2009.

Deste modo, como na “[...] *prática [...] não existem corpos perfeitamente elásticos* [ou sem plasticidade], *nem corpos inteiramente desprovidos de elasticidade* [ou totalmente plástico]” (BRUHAT, 1963, p. 252), os fenômenos anteriormente descritos, naturalmente, dissipam energia. Mesmo que estas dissipações, por vezes desprezíveis por suas intensidades ínfimas quando comparadas às demais energias envolvidas, não sejam consideradas no processo.

Sendo assim, o choque com o pé/perna de impulsão do *atleta modelo* na tábua de impulsão provocará perdas de energia pela propagação de vibrações mecânicas transversais (barulho), pela repercussão de vibrações mecânicas pelos tecidos do corpo do(a) atleta (sensivelmente na perna em questão), pela troca de calor sensível (de pouca relevância, no caso) e pelas deformações dos conjuntos “pé com sapatilha-de-prego” e “tábua com plasticina”, inclusive com falha do(a) competidor(a) (seguida de punição), quando da deformação permanente da camada de plasticina, num dos casos de “queima” do salto por “*tocar o solo além da linha de medição com [a sapatilha] [...]*”, “Regra 185 1.(a)” (CBAt, 2002-2003, p. 144; FAERGS, 2006-2007, p. 31)^{113,114}.

Felizmente para os(as) atletas, do ponto de vista macroscópico, as perdas de energia anteriormente mencionadas parecem não interferir sobremaneira de modo a causar transtornos à iniciação do salto. Entretanto, “[...] *troca de quantidade de movimento e energia* [será produzido,] [...] *em consequência*, [pela] [...] *interação mútua* [que] *altera seus movimentos* [...]” (ALONSO, 1972, p. 247), imediatamente antes e logo posteriormente a impulsão na tábua.

Pelo exposto, portanto, das seis forças estudadas, peso próprio (**P**), normal (**N**), atrito estático (**F_{ae}**), empuxo (**E**), resistência do ar (**F_r**) e força de pressão atmosférica (**F_p**), apenas as forças normal (**N**) e de atrito estático (**F_{ae}**) enquadram-se, neste acontecimento, como forças internas, ficando as demais, então, classificadas como forças externas. Inclusive a força de resistência do ar (**F_r**), a única que dentre aquelas, de súbito, por uma rajada abrupta e sem precedentes, poderia criar uma situação de impossibilidade à conservação da quantidade de movimento e levar, segundo FERENC JR. *et al.* (s/d, p. 105), “[...] *a soma vetorial dos momentos* [lineares do sistema “pé do *atleta modelo* – tábua de impulsão com plasticina” ou por extensão, “*atleta modelo* (como um todo) – tábua de impulsão”] [...], [imediatamente] *antes* e [imediatamente] *depois do* [...] [choque, a] *não* [ser] [...] *a mesma*.”. O que ocorrendo, levaria a uma não conservação da quantidade de movimento, ou seja, neste caso, o momento linear imediatamente antes do choque seria diferente do momento linear imediatamente depois do choque, sendo assim expresso: $\Delta p_{antes} \neq \Delta p_{depois}$, argumenta o autor.

¹¹³ CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO: *regras oficiais de atletismo*, op. cit., p. 144.

¹¹⁴ FAERGS – Federação de Atletismo do Estado do Rio Grande do Sul, op. cit., p. 31.

Todavia, para CARRON et al. (1997, p. 207),

*“Mesmo quando existem forças externas [como agora,] agindo durante um choque, os impulsos por elas produzidos são desprezíveis, pois o intervalo de tempo é extremamente pequeno. [...] portanto, [pode-se] considerar um choque como um **sistema isolado de forças externas**, apresentando conservação da quantidade de movimento do sistema composto pelos corpos que [...] [se chocam].”*

Enquanto KELLER et al. (1997, p. 256), ao referir-se a Equação II.14 ou II.15 anterior, sugere que se tenha “[...] em mente que esta expressão é válida somente se a força impulsiva [...] [for] muito maior do que a soma vetorial de todas as outras forças durante o intervalo de tempo Δt .”. Chega-se, deste modo, com base na Equação II.15, nos dados contidos no Tabela II.5 a seguir e no sistema “atleta modelo – tábua de impulsão” estabelecido, à expressão da Equação II.16 abaixo:

Tabela II.5 — Elementos presentes ao choque mecânico entre atleta e tábua de impulsão

Componentes	Massa	Velocidade antes do choque	Velocidade depois do choque
Atleta modelo	m	$\mathbf{v} = \mathbf{v}_x + \mathbf{v}_y \neq 0$	$\mathbf{v}' = \mathbf{v}'_x + \mathbf{v}'_y \neq 0$
Tábua de impulsão	m_T	$\mathbf{v}_T = 0$	$\mathbf{v}_T' = 0$

$$\sum \mathbf{p}_{\text{antes}} = \sum \mathbf{p}_{\text{depois}} \Rightarrow \underbrace{m \times \mathbf{v} + m_T \times \mathbf{v}_T}_{\text{Antes}} = \underbrace{m \times \mathbf{v}' + m_T \times \mathbf{v}_T'}_{\text{Depois}}$$

$$\mathbf{I} = \Delta \mathbf{p} = m \times (\mathbf{v}' - \mathbf{v}) = m \times [(\mathbf{v}'_x + \mathbf{v}'_y) - (\mathbf{v}_x + \mathbf{v}_y)] \quad \text{Equação II.16}$$

Na Figura II.25 seguinte, procura-se mostrar as forças internas, normal ($\mathbf{N}$) e atrito estático ($\mathbf{F}_{ae}$), atuando em conjunto para gerarem a força de impulsão, $\mathbf{F}_I$, necessária ao salto, e na Figura II.26 após, as respectivas reações $\mathbf{N}'$ e $\mathbf{F}'_{ae}$, em que $\mathbf{N}' = -\mathbf{N}$ e $\mathbf{F}'_{ae} = -\mathbf{F}_{ae}$.

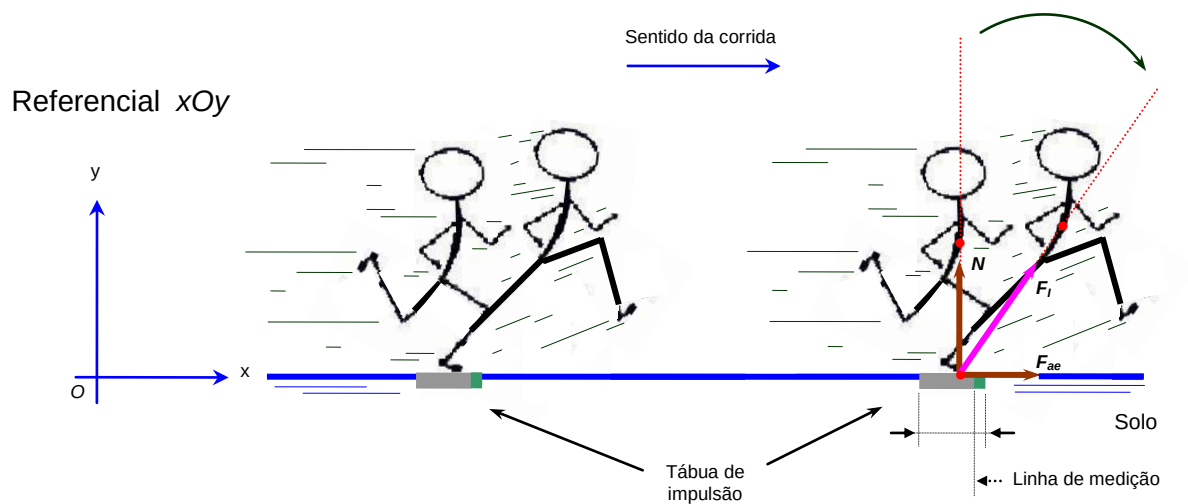


Figura II.25 – Representação vetorial da composição das forças normal, N , e de atrito estático, F_{ae} , atuando sobre o *atleta modelo* no instante do choque com a tábua de impulsão.

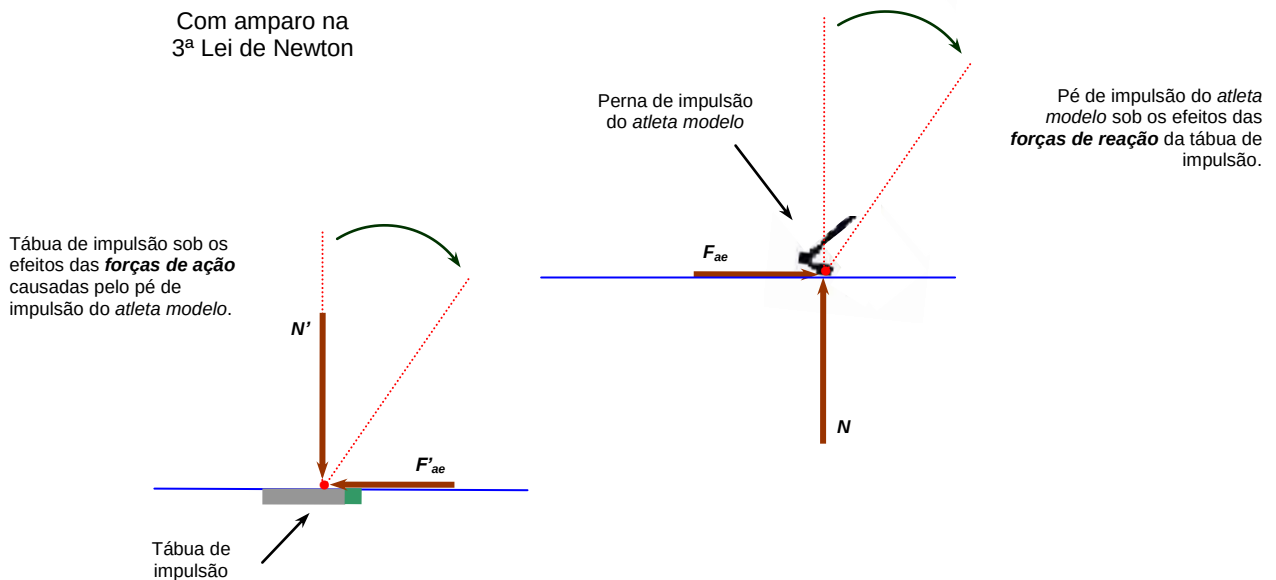


Figura II.26 – Ação e reação das forças normal, N , e de atrito estático, F_{ae} .

Ao consultar as obras dos professores Ray F. KRING (1924-2001) e José Luis FERNANDES (1947), valiosos conhecimentos sobre “impulsão” que permeiam os estudos de agora, sem dúvidas foram obtidos. Para KRING (1975, pp. 192-193), atleta americano que destacou-se no salto com vara nos idos de 1945 a 1954,

*“A principal preocupação do saltador no momento de tomar impulso é **saltar o mais alto possível**, com a **menor perda de ímpeto para a frente**. [...] O saltador **envidará todos os esforços para bater vigorosamente com o pé de apoio na prancha**, a fim de obter o impulso desejado. O **pé de apoio baterá em cheio na tábua** [...] e o **joelho se dobrará um pouco**, preparando-se para **estender-se no salto**. [...] uma vigorosa batida do pé e a **plena extensão da perna se tornam extremamente significativas**. Pois **sem o vigoroso endireitamento da perna muita força do impulso se perderá** e o saltador já não poderá **transformar a resistência da tábua em movimento ascensional**. O **segredo do êxito no salto em distância** [...] consiste, portanto, na **capacidade que tem o saltador de colocar o seu centro de gravidade sobre o pé de apoio no momento de tomar impulso**.”.* (Grifos nossos)

Já para FERNANDES (1978, pp. 75-76),

*“O propósito exclusivo dessa ação é conseguir a **máxima altura** com a **menor perda possível do ímpeto horizontal**. A **impulsão do atleta ajuda a elevar o seu centro de gravidade**. O objetivo primário na competição de salto é **projetar o centro de gravidade do saltador através do ar, na máxima velocidade e direção desejada**. [...] A distância alcançada no salto depende principalmente da **velocidade acumulada pela velocidade da corrida e a força da impulsão**, quando a velocidade é transferida na direção desejada. Por essa razão, normalmente, admite-se que **as mais importantes fases do salto em distância** [...] **[sejam] a corrida e a batida na tábua**, sendo [...] a segunda [...] responsável por 2/3 do salto, requerendo [...] dessa forma, uma atenção muito especial. [...] uma ligeira inclinação lateral do peso do corpo para o lado do pé de impulsão [...] a fim de se conseguir um avanço lateral para a obtenção de um excelente equilíbrio. [...] uma ligeira **flexão da perna onde o corpo se assentará**, como acontece no último passo do salto em altura, e que deverá ser feita com absoluta precisão. [...] Imediatamente após, há uma **máxima extensão do corpo, quando o pé deixa a tábua**, estando o corpo com o centro de gravidade em um ângulo de mais ou menos 30 graus.”* (Grifos nossos)

Em ambos os textos, as considerações dos autores alusivas ao seguimento do salto em distância, na tábua de impulsão, permitem abstrair suposições físicas às peculiares energias despendidas pelo(a) atleta no decorrer da prova. Ou seja, essas energias, oriundas de processos bioquímicos, estariam, desta forma, distribuídas de maneira a consignar a necessária demanda de sustentabilidade. Assim, as perdas pelo choque no ato da impulsão, bem como aquelas pequenas dissipações sucessivas dos choques no espaço da corrida, teriam a possibilidade de serem compensadas.

Em outros termos, as energias em parte se compensariam, pressupõe-se, de modo a garantir a execução sequenciada das etapas. Deste modo, seus valores imediatamente antes e imediatamente depois do choque, devido a força de impulsão, F_i , relacionariam-se como segue (Tabela II.6), presume-se:

Tabela II.6

Energias antes do choque		Energias depois do choque	
$E_A = E_x + E_y + E_\Delta + Q$	$\rightarrow$	$E_D = E'_x + E'_y + E'_\Delta + Q'$	Equação II.17
Discriminação		Discriminação	
$E_x = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_x^2$		$E'_x = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_x'^2$	Equação II.18
$E_y = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_y^2 + m \cdot g \cdot h$		$E'_y = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_y'^2 + m \cdot g \cdot H$	Equação II.19
$E_\Delta = \text{energia disponível}$		$E'_\Delta = \text{energia disponível}$	Equação II.20
$Q = \text{energias dissipadas}$ (deformações, vibrações, calor etc.)		$Q' = \text{energias dissipadas}$ ($Q' \neq Q$, em valores)	Equação II.21

Na Tabela II.6, as “energias dissipadas” no decurso da prova, Q e Q' , desiguais a princípio, responderiam pelas deformações plásticas ou elásticas impostas a pista conforme seu piso (deformações elásticas para pistas sintéticas, por exemplo) e pelas deformações do corpo do(a) atleta, nos músculos, ossos e tendões (...); pelas vibrações mecânicas propagadas através do ar (sons dos impactos) e pelas vibrações mecânicas propagadas no solo e no corpo do(a) atleta, emitidas pelas pisadas alternadas da corrida e, principalmente, pelo choque na hora do impacto com a tábua de impulsão; pelas eventuais variações desprezíveis de temperatura na pista ou sapatilhas do(a) atleta; e outros.

As “energias disponíveis”, E_Δ e E'_Δ , corresponderiam as reações bioquímicas a aflorar do corpo atlético do(a) competidor(a) por conta de sua performance física, e que não somente compensariam as perdas, Q e Q' , como também subsidiariam as necessidades previstas nas energias mecânicas E_x , E_y , E'_x e E'_y , sobretudo E'_x e E'_y . Note-se que, como já foi antecipado, “[...] da origem de sua marca, partindo de uma velocidade nula (0 m/s), caberá ao atleta modelo alcançar a máxima velocidade que sua performance o permite ao atingir a tábua de impulsão, no final do corredor de aproximação, e ainda, na tábua chegando, conseguir saltar”¹¹⁵.

As “energias mecânicas” E_y e E'_y , com suas parcelas cinéticas $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_y^2$ e $E'_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_y'^2$, e suas parcelas potenciais gravitacionais $E_{pg} = m \cdot g \cdot h$ e $E'_{pg} = m \cdot g \cdot H$, respectivamente, equivaleriam — no tocante a energia mecânica E_y — as naturais oscilações verticais do centro de massa, CM, ocorridas durante a aproximação da “fase 2”, quando “[...] o(a) corredor(a) mantém ambos os pés movendo-se sem apoio, como que a ‘flutuar’ no pequeno lapso de tempo”¹¹⁶. E — relativo a energia mecânica E'_y , neste momento — ao salto programado que as fases anteriores predispuseram. Com grande ascensão, matematizada na

¹¹⁵ Cf. Item II.2.1 – 2.

¹¹⁶ Cf. Item II.2.2.2.

altura H , da energia potencial gravitacional E'_{pg} , e pela velocidade vertical v'_y , no decurso do salto, muito maior que aquelas das oscilações, de velocidades verticais v_y ($v'_y \gg v_y$). E ainda, como já foi dito, quando “[...] na tábua de impulsão, o *atleta modelo* [necessitar] elevar seu centro de massa (CM) ao mais alto ponto, erguendo-o do nível médio da trajetória por ele traçada ao longo da corrida de aproximação à máxima altura que a impulsão, agora adquirida, devido a reação gerada pela ação dos músculos de sua perna-de-impulsão sobre a tábua de impulsão, for capaz de arremessar seu CM contra a gravidade”¹¹⁷.

As “energias cinéticas” E_x e E'_x , satisfariam exclusivamente as etapas horizontais dos deslocamentos de aproximação e do salto propriamente dito. Sendo assim, enquanto da energia cinética E_x , excluídos os efeitos das oscilações verticais da corrida, estudaria-se somente a velocidade v_x e as possíveis maneiras de aumentá-la. Atente-se para o fato de que, em se aumentando a massa m , e consequentemente o peso próprio, P , a energia cinética E_x também aumenta, contudo, não seja este o caminho de melhor opção. Enquanto da energia cinética E'_x , investigaria-se os fatores que a reduzem, seja pela ação da força de resistência do ar, F_r , seja pelo estilo do salto adotado e, por conseguinte, pela postura do(a) saltador(a) no “voo”.

Por último, as “energias totais” E_A e E_D , respectivas adições das parcelas anteriormente nomeadas, permaneceriam constantes se o sistema fosse o universo, ou seja, conservar-se-iam iguais ($E_A = E_D = \text{constante}$), ou, como descreve ÁLVARES (1993, p. 420), “[...] [se em] todas estas transformações observa-se que não há criação nem destruição da energia, de modo que a quantidade total de energia envolvida [...] [no] fenômeno permanece sempre a mesma, [...] [a energia total] se conserva.”. Porém, para o sistema específico considerado, “*atleta modelo* – tábua de impulsão”, devido a presença de forças não-conservativas ou dissipativas, entende-se que estas “energias cinéticas” E_c e E'_c (expressas a seguir), imediatamente antes e imediatamente depois do choque, não se conservam. Isto a princípio, permitiria classificar o choque como sendo anelástico ou inelástico ou ainda parcialmente elástico, por isso, de coeficiente de restituição, e , maior que zero e menor que um ($0 < e < 1$).

$$E_c = E_x + E_{yc} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_x^2 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_y^2$$

$$E'_c = E'_x + E'_{yc} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_x'^2 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_y'^2$$

Entretanto, como pressuposto, “[...] *há ganho de energia, evidentemente à custa de outra forma de energia* [no caso, a “energia disponível”, E_Δ].” (RAMALHO et al., 1978, p. 356), a saber, proveniente das próprias reações bioquímicas. Sendo assim, parece justificável e mais adequada a situação uma outra classificação para o choque, qual seja, a de um choque “[...]”

¹¹⁷ Cf. Item II.2.1 – 3.

super-elástico” como chama atenção RAMALHO *et al.* (1978, p. 356), para o qual o coeficiente de restituição, e , apropriado é maior que um ($e > 1$).

Na Equação II.23 a seguir, “[...] conhecida como fórmula de Carnot [(1796-1832)]” (FONSECA, 1977, p. 530), que permite medir “[...] a energia mecânica que o sistema perde [ou ganha] em consequência do choque.” (FOLMER-JOHNSON, s/d, p. 125), pelo “[...] fato de os corpos que se chocam não serem absolutamente elásticos, [...] [havendo assim] uma inevitável perda de energia [...]” (FONSECA, 1977, p. 530), pode-se também constatar exatidão naquelas situações de ganho de energia, quando o coeficiente de restituição, e , é maior que um ($e > 1$).

$$\Delta E_c = -\frac{1 - e^2}{2} \times \frac{m \times m_T}{m + m_T} \times (v - v_T)^2 \quad \text{Equação II.23}$$

$$\text{onde,} \quad e = \frac{v'_T - v'}{v - v_T} \quad \text{Equação II.24}$$

Na Equação II.23, m e m_T são respectivamente as massas do *atleta modelo* e da tábua, enquanto v e v_T , as velocidades respectivas do *atleta modelo* e da tábua de impulsão imediatamente antes do choque. Na Equação II.24, o numerador $v'_T - v'$ representa a velocidade relativa de afastamento, enquanto o denominador $v - v_T$ desempenha o papel da velocidade relativa de aproximação dos dois corpos.

Como é possível verificar, em “[...] consequência do choque o sistema experimenta o incremento de energia cinética: [$\Delta E_c = E'_c - E_c$]” (FOLMER-JOHNSON, s/d, p. 125), e para um coeficiente de restituição maior que 1 ($e > 1$), esta variação de energia cinética, ΔE_c , é positiva, ou seja, $\Delta E_c > 0$.

Voltando a Figura II.25, na qual procurou-se ilustrar o momento exato da impulsão conforme entendeu-se o descrito por KRING (1975, p. 193), ao afirmar que “[...] [o] segredo do êxito no salto em distância, [...] consiste, portanto, **na capacidade que tem o saltador de colocar seu centro de gravidade sobre o pé de apoio no momento de tomar impulso.**” (grifo nosso), observa-se com clareza as reações da tábua de impulsão sob o pé do *atleta modelo*, por intermédio das forças normal ($\mathbf{N}$), estritamente perpendicular ao solo, e atrito estático ($\mathbf{F}_{ae}$), no sentido da corrida e, portanto, contrário ao deslocamento “iminente” do pé de apoio que, neste instante, empurra o chão para baixo e para trás.

Segundo ARAUJO (1933), professor de Física, deve-se estender esta conclusão à qual chegou Ray KRING (no texto acima grifado), pois a mesma, reforça sua tese de que possa ocorrer, de súbito, uma redução na velocidade do(a) atleta, por este tocar a tábua de impulsão

com uma postura inadequada, quer dizer, com a posição da perna (segmento joelho-perna-pé de apoio) numa angulação indevida relativamente a perpendicular à tábua. E diz mais:

“Se, inicialmente, o pé de apoio do(a) atleta empurrar o chão para à frente, com uma força de atrito, f_{ae} , no sentido da corrida, induzindo sobre si, assim, um atrito estático de reação da tábua, f_{ae} , de sentido contrário ao da corrida, a soma temporária, $f_{ae} + n$, deste atrito com a reação à normal, n , imprimida para baixo, perpendicularmente a tábua, deverá, inevitavelmente, fazer com que surja uma força de impulsão, f_i , indesejável ao avanço, mas que deveria ser evitada ou, quando nada, minimizada. Deste modo, mesmo com retardo, este impulso desfavorável que prossegue enquanto o CM avança ao girar em torno do ponto de apoio, tenderia, por força da inércia do corpo ainda em movimento, colocar o(a) atleta naquela posição limiar ideal proposto por Ray e que, se supõe, deva ser atingido pelos(as) atletas de elite.” (Figuras II. 27 e II.28)

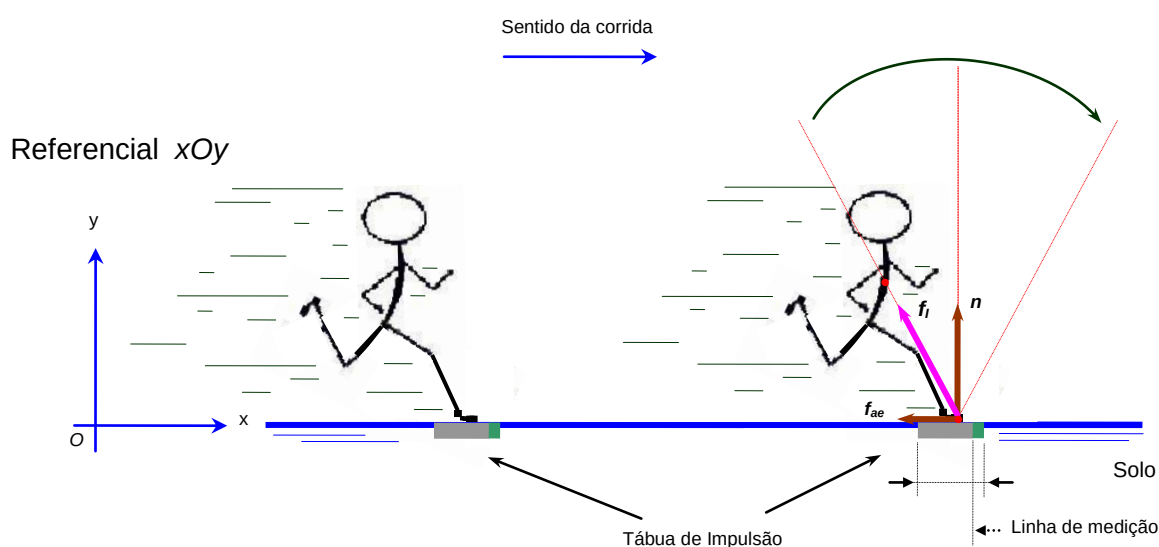


Figura II.27 – Representação vetorial da composição das forças normal, N , e de atrito estático, F_{ae} , atuando sobre o atleta modelo no instante do choque com a tábua de impulsão.

De acordo com a narração, como que num processo quadro a quadro, as Figuras II.27 e II.28 representariam a etapa inicial quando do toque na tábua, enquanto, as Figuras II.25 e II.26, a etapa final para a qual aquelas evoluíram.

Com amparo na 3ª Lei de Newton

Tábua de impulsão sob os efeitos das **forças de ação** causadas pelo pé de impulsão do atleta modelo.

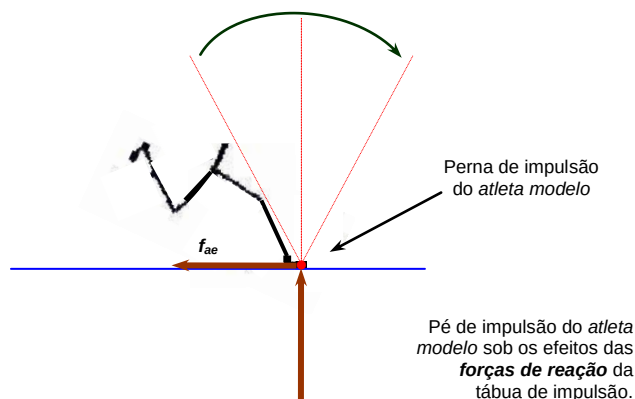
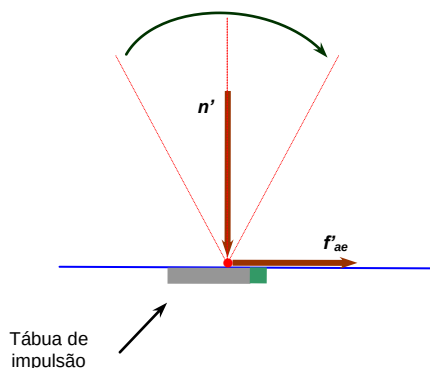


Figura II.28 – Ação e reação das forças normal, N , e de atrito estático, F_{ae} .

II.2.2.4 Durante a fase aérea (elevação e flutuação)

Nos XXIX Jogos Olímpicos de Pequim, China, 2008, o velocista jamaicano Usain Bolt venceu as provas de 100 e 200 metros rasos com os tempos recordes de 9,69 e 19,30 segundos, respectivamente. Destes feitos notáveis, enquanto medições oficiais legítimas, pode-se determinar as mais elevadas velocidades médias, v_m , desenvolvidas até então por um atleta olímpico, bem como se auto autorizar-se competente para enquadrá-lo dentre aqueles atletas com perfil para a prova do salto em distância. Pois, como afirma FERNANDES (1978, p. 74),

*“[...] para poder se destacar nesta prova [de salto], é necessário ter uma grande capacidade de impulsão, habilidade natural, técnica e ser, principalmente, um **velocista**, uma vez que a falta desta qualidade jamais fará um saltador de bom nível.”* (Grifo nosso).

Além disto, diz KRING (1975, p. 188), *“[...] a maioria dos velocistas salta melhor do que o saltador em distância médio, embora muitos fujam dessa modalidade porque têm medo de machucar-se.”*

Assim, para que se tenha uma base precisa em que se possa apoiar, evitando-se com isso referir-se a estimativa sugerida por DYSON (1978, p. 162), da *“[...] velocidade horizontal de 11 m/s (índice próximo do recorde da prova de velocidade)”* (tradução nossa), buscou-se por

meio da equação de “[...] *definição de velocidade escalar média*: $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ” (GONÇALVES, 1979, p.173), na qual, por Δx representa-se o espaço percorrido e por Δt o intervalo de tempo decorrido durante as provas, chegar aos valores aproximados de 10,32 m/s (37,2 km/h) para os 100 metros rasos e 10,36 m/s (37,3 km/h) para os 200 metros rasos. Valores estes, aliás, que comprovam ter sido Bolt mais veloz ao correr os 200 metros rasos do que os 100 metros rasos. A propósito, como se poderia intuir ao perceber que o tempo de 19,30 segundos é menor que o dobro de 9,69 segundos, ou seja, menor que 19,38 segundos.

Logo, calculando-se a máxima distância, A_M , que teoricamente se pode atingir com a velocidade média de 10,32 m/s alcançada nos 100 metros rasos em 2008, ao substituir na “[...] *equação [...] [do] alcance máximo* $A_M = \frac{v_0^2}{g} \times \sin(2 \times \alpha)$, [...] [em seu] *valor máximo* $A_M = \frac{v_0^2}{g}$, [quando] $\alpha = 45^\circ$ ” (GONÇALVES, 1979, p. 289), os valores da velocidade de lançamento, v_0 , interpretada com coerência¹¹⁸ (em que pese as concessões inerentes), como sendo a velocidade v' imediatamente depois do choque; da aceleração local da gravidade, g , em Pequim, no valor de 980,1551 cm/s², a 59 metros acima do nível do mar e nas coordenadas 39,92° N e 116,38° L (Planilha A)¹¹⁹ e para um ambiente “ideal”, ou seja, sem ar atmosférico que possa oferecer resistência devido a força de resistência do ar, F_r ; o valor encontrado para A_M , será de (10,87 ± 0,02) metros ou de, aproximadamente, 1,92 metros ($\approx 21,4\%$) acima do atual recorde mundial de 8,95 metros, conquistado em 1991 por Mike Powell há, portanto, 18 anos (Planilha A)¹²⁰.

Alcance como este de aproximadamente 10,87 m, escrito como exige a “Regra 184”¹²¹, ou seja, com precisão de 0,01 metros, contrariaria a evolução dos saltos em distância masculino apresentada na Figura II.1 e na Tabela II.1. Haja vista o espaço de tempo de 23 anos, decorridos entre os recordes mundiais alcançado por Bob Beamon, de 8,90 metros, nos XIX Jogos Olímpicos de Cidade do México, México, 1968¹²², e dos também já mencionados 8,95 metros obtido por Mike Powell, no III Campeonato Mundial de Atletismo, Tóquio, 1991¹²³, cuja diferença atingiu apenas 0,05 metros ou 5 centímetros e já dura, repetindo, 18 anos. Portanto, se fosse adotado a título de especulação uma relação direta de proporcionalidade para o crescimento dos saltos de 1968 até presentemente, tal acréscimo não totalizaria 4

¹¹⁸ Cf. Quadros 2.7 e 2.8.

¹¹⁹ Cf. APÊNDICE A.

¹²⁰ Cf. APÊNDICE A.

¹²¹ Cf. item II.1.2, IV. As condições gerais.

¹²² Cf. Planilha Parte B2 2.

¹²³ Cf. Item I.12.

centímetros (0,04 m), ou seja, chegaria somente a 8,99 metros ou ficaria a 1,88 metros ($\approx 17,3\%$) abaixo do resultado teorizado.

Então, a que fatores físicos, se existirem, tamanha discrepância poderia ser atribuída? Ou seria absurdo se pensar que o ser humano algum dia possa atingir tal marca? Se assim o for, o que dizer dos resultados atléticos de hoje quando comparados aos do início dos Jogos Olímpicos em 1896? Ou, quais deverão ser os novos recordes mundiais do salto em distância masculino e feminino na futura 50ª Edição dos Jogos, ou seja, daqui a 83 anos, nos L Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna de 2092?

À vista disso, excetuando-se conjecturas sobre performances atléticas incertas que não de vir, ou injustas comparações entre desempenhos em períodos de tecnologias distintas, ou ainda perspectivas do potencial humano que se possam trazer consigo, só resta reavaliar as “[...] hipóteses de que a resistência do ar pudesse ser desprezada, [as quais] claramente não se aplica a experimentos feitos em laboratórios” (HALLIDAY, et al., 1991, p. 55). Da mesma forma, investigar o que possa estar a reduzir a velocidade, v'_x , imediatamente após o choque, talvez por conta da área transversal, A , do corpo do(a) competidor(a), exposta devido ao estilo do salto adotado ou por sua postura no “voo”. Ou ainda, levar em conta as sutilezas das propriedades do meio na determinação das ações da força de resistência do ar, F_r . Pesquisar o ângulo de lançamento, α , mais apropriado ao peso próprio, P , do(a) atleta e ao alcance máximo, A_M , desejado e também, não subestimar a dependência da aceleração local da gravidade, g , com a latitude e a altitude. Por fim, entender que “[...] [pode] parecer surpreendente, mas ‘nenhum’ problema de Física [...] [poderá] ser resolvido ‘exatamente’ a despeito do número de algarismos significativos que a resposta calculada possa conter.”, como argumenta HALLIDAY, et al. (1991, p. 55), mesmo assim, ter-se-ia, ao que parece ao menos, a oportunidade para propor justificativas experimentais concretas à divergência do alcance antes consignado.

Então, quanto aos efeitos conjuntos (1) do fluido ar atmosférico e suas propriedades e (2) da área transversal, A , esta imposta pelo(a) atleta como consequência direta do estilo do salto empregado, que possam reduzir a velocidade, v'_x , imediatamente após o choque e durante o “voo”, por participarem efetivamente dos cálculos da força de resistência, F_r , por meio da expressão já estudada $F_D = \frac{1}{2} \times C_D \times \rho \times A \times v^2$ (Equação II.4), onde F_D é o módulo de F_r , no sentido do deslocamento, bastaria supor, como descreve HALLIDAY, et al. (1991, p. 55),

“[...] que o ar, através do qual o projétil [ou atleta modelo] se movimenta, não [exerce] [...] qualquer influência sobre o seu movimento, [vindo a constituir-se em] uma hipótese razoável para velocidades baixas. Entretanto, conforme a velocidade cresce, a discrepância entre os nossos cálculos e o movimento real torna-se grande.”

Daí, apoiando-se nesta assertiva, transcreveu-se textualmente o gráfico da Figura II.29 e a “Tabela 1” da Tabela II.7 a seguir, ambos, ao que parece resultados de uma simulação sobre “[...] *duas trajetórias de uma bola de beisebol que deixa o taco fazendo um ângulo de 60° com a horizontal, com velocidade inicial de 160 km/h [$\approx 44,4$ m/s].*” (BRANCAZIO, 1985, *apud* HALLIDAY, 1991, p. 56) e que mostram as causas dos efeitos atmosféricos observados no movimento dessa bola de beisebol, onde a curva representada pelo índice “I”, menos acentuada, refere-se à trajetória da “bola do jogador de beisebol” que foi calculada por meio de um programa de computador, orienta o autor. Tal programa levou em conta a resistência do ar, permitindo assim, aproximar o resultado às condições normais do jogo, salienta. Já a curva indicada pelo índice “II”, mais acentuada, expõe a trajetória da “bola do pesquisador” no vácuo, calculada conforme o modelo tradicional que emprega a fórmula do alcance máximo, A_M , escrita antes ($A_M = \frac{v_0^2}{g} \times \sin(2 \times \alpha)$). Na Tabela II.7, os dados expostos referem-se às duas situações.

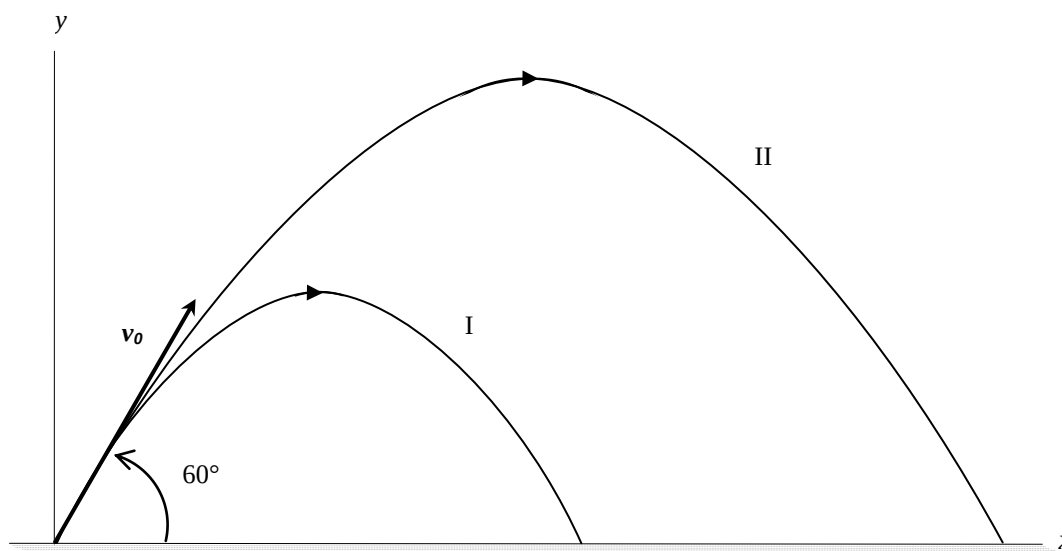
Tabela II.7

Tabela 1. Comparação Entre Duas Trajetórias ^a

	<i>Trajetória II (Vácuo)</i>	<i>Trajetória I (Ar)</i>
Alcance	177 m	68 m
Altura máxima	76,8 m	53 m
Tempo de voo	7,9 s	6,6 s

^a Vide Figura II.29. O ângulo de lançamento é de 60° e o módulo da velocidade v_0 é de 160 km/h ($\approx 44,4$ m/s).

FONTE: HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; *Física básica. Mecânica*, v. 1, Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1991, p. 56.



(I) A trajetória de uma bola de beisebol, calculada (usando um computador) levando em consideração a resistência do ar.

(II) A trajetória que seria seguida no vácuo, calculada pelos métodos tradicionais. (Vide Tabela II.7)

FONTE: FONTE: HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; *Física básica. Mecânica*, v. 1, Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1991, p. 56.

Figura II.29 – Trajetórias de uma bola de beisebol com e sem resistência do ar.

Os resultados mostrados até então parecem não deixar dúvidas quanto a influência que o ar atmosférico exerce sobre lançamentos de projéteis. Contudo, parece, só aumentam as cautelas quanto a uma comparação direta dos dois fenômenos, a saber: lançamento de uma bola de beisebol e “lançamento” do *atleta modelo* do salto em distância, pois as variáveis envolvidas são muitas.

A impressão que se tem é que, mantido os valores de v_0 (velocidade inicial do lançamento), g (aceleração local da gravidade) e α (ângulo de lançamento), a trajetória II, no vácuo, seria mantida qualquer que fosse o objeto lançado, inclusive o corpo do *atleta modelo*. No entanto, parece razoável admitir que o mesmo não ocorresse nas condições da trajetória I, no ar, evidentemente, devido à força de resistência do ar atmosférico, F_r .

Ficam então alguns questionamentos: Mantidas as condições propostas pela simulação, seria o modelo utilizado por computador capaz de permitir a verificação da razão entre os alcances finais, quaisquer que fossem os corpos de provas lançados, como o de outra bola com volume, área transversal, peso, textura, elasticidade/plasticidade etc. diferentes, por exemplo, como as esferas utilizadas no arremesso de peso no Atletismo, ou ainda o dardo, ou o disco ou mesmo o corpo do *atleta modelo*, como o fez ao facultar os dados da redução

aproximada de 61,58% entre as trajetórias pesquisadas “I” e “II”? Se a resposta for afirmativa, a razão encontrada de $\frac{177m}{68m}$ ($\approx 2,60$), seria mantida constante?

Ainda quanto aos questionamentos, o que entender por “[...] *velocidades baixas*”? 40 km/h ou ainda 11,1 m/s aproximadamente, ou seja, um quarto de 160 km/h, intensidade da velocidade v_0 na simulação, seria uma velocidade baixa? Observe-se que Bolt chegou à média de 10,32 m/s (37,2 km/h), o que denota um valor em torno de 7,03% menor do que aqueles 25% (um quarto) fundados na velocidade inicial do citado lançamento.

Não obstante, da razão de 177 para 68 (177 : 68) contida na Tabela II.7 e do resultado próximo de 9,41 metros a que chegaria Bolt pelos procedimentos tradicionais, no vácuo, para um ângulo de 60°, por isso menor que os 10,87 metros máximos do ângulo de 45°, acha-se um alcance diretamente proporcional de cerca de 3,62 metros, “usando” o computador, distância esta menor que a metade do atual recorde mundial de 8,95 metros. Portanto, estes resultados conduzem a conclusão de que: (1) A velocidade de 10,32 m/s é baixa, e por isso, não sofre as influências do ar e, por conseguinte da força de resistência, F_r , permitindo assim, com o avanço da tecnologia aplicada aos Desportos, um dia se poder chegar aos novos recordes. Ou (2) que a razão levada a efeito de 2,60 para os 60° não é constante, como foi questionada anteriormente, impedindo esta de ser utilizada desta maneira. Ou ainda, (3) que os efeitos da atmosfera persistem, contudo, variando diferentemente de como se supôs, independentemente de a velocidade de 10,32 m/s ser ou não pequena. O que, por fim, leva a se perceber nesta última, maior concordância.

Quanto a não se subestimar a dependência funcional existente entre a aceleração local da gravidade, g , a latitude, L , e a altitude, A , expressa como $g = g(L, A)$ nos estudos do Capítulo I¹²⁴, entende-se, a despeito de não se ter esgotado o assunto, ter-se falado o bastante a cerca de tais efeitos, o suficiente para não fazê-lo novamente.

Já sobre a pesquisa do ângulo de lançamento, α , apropriado ao peso próprio, P , do atleta modelo e ao alcance máximo, A_M , cobiçado, declara DYSON (1978, p. 164) “[...] [que para] *distintas combinações de velocidade de aproximação e de peso [...] [o] maior ângulo possível tem que estar sempre muito abaixo dos 45° (ângulo recomendado por conduzir, por vezes, no vácuo, ao alcance máximo).*” (Tradução nossa). Semelhante afirmação, corroborada por HEWITT (2002, p. 179), sustenta que “[...] *o alcance máximo para projéteis pesados atirados por humanos é obtido para ângulos de lançamentos menores do que 45 graus — e não é por causa da resistência aerodinâmica [apenas]*”. Então, como justificar tais alegações, até a de não ser a resistência aerodinâmica a única causa para a escolha do ângulo de

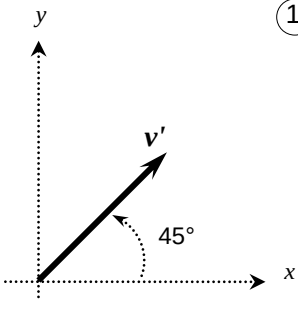
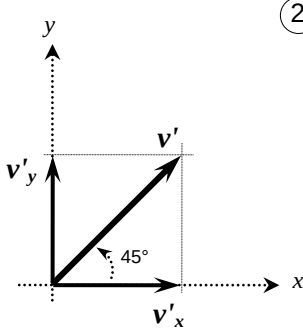
¹²⁴ Cf. itens de I.1 a I. 6.

lançamento, se na unanimidade dos compêndios este é o ângulo correto, inclusive utilizado neste trabalho para se calcular a distância provável de 10,87 metros¹²⁵?

Seja como for, ao proceder às investigações, reuniu-se: (1) A velocidade de 10,32 m/s, anteriormente obtida para o corredor Bolt, seu peso próprio¹²⁶, P , de 78 quilogramas-força (kgf), sua estatura¹²⁷, H , de 1,96 metros (m), bem como a altura aproximada de seu centro de gravidade¹²⁸, ou diga-se centro de massa, H_{CM} , a 1,08 metros (m) do solo; (2) duas hipóteses para a direção da velocidade intitulada v' , esquematizadas nas Tabelas II.8 e II.9; e (3) uma situação descrita por DYSON (1978, p. 165), mostrada a seguir, num exemplo similar.

Tabela II.8

Quando a velocidade v' (com intensidade igual a 10,32 m/s) tem sua direção definida pelo ângulo α ($= 45^\circ$), relativamente a horizontal (eixo- x).

H I P Ó T E S E 1	 ①	 ②	Para $v' = 10,32 \text{ m/s}$ ③ e $\alpha = 45^\circ$ $\begin{cases} v'_x = v' \cdot \cos \alpha = 7,30 \text{ m/s} \\ v'_y = v' \cdot \sin \alpha = 7,30 \text{ m/s} \end{cases}$ Logo, $v'_x = v'_y$
	$\Delta t = 2 \cdot t_{\frac{1}{2}} =$ $\Delta t = 2 \cdot \left(\frac{v' \times \sin \alpha}{g} \right) =$ $\Delta t = 1,49 \text{ s}$ ④	$h_M = \frac{(v'_y)^2}{2 \times g} =$ $h_M = \frac{(v' \times \sin \alpha)^2}{2 \times g} =$ $h_M = 2,72 \text{ m}$ ⑤	⑥ $A_M = v'_x \cdot \Delta t =$ $A_M = \frac{v'^2 \times \sin(2 \times \alpha)}{g} =$ $A_M = 10,87 \text{ m}$

Nota: Adotou-se para g (aceleração local da gravidade) o valor de Pequim (item II.2.2.4).

¹²⁵ Cf. item II.2.2.4.

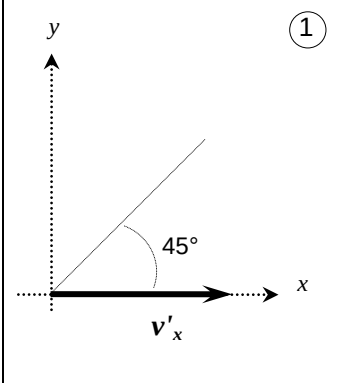
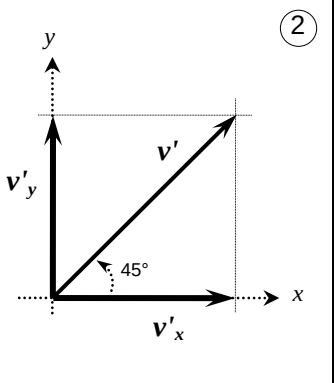
¹²⁶ Peso de Usain Bolt. Disponível em <http://zerohora.clicrbs.com.br/zerohora/jsp/default2.jsp?uf=1&local=1&source=a2137423.xml&template=3898.dwt&edition=10533§ion=1053> >. Acesso em: 01 abr. 2009.

¹²⁷ Altura de Usain Bolt. Disponível em: <http://zerohora.clicrbs.com.br/zerohora/jsp/default2.jsp?uf=1&local=1&source=a2137423.xml&template=3898.dwt&edition=10533§ion=1053> >. Acesso em: 01 abr. 2009.

¹²⁸ Cf. item II.2.2.1 a.

Tabela II.9

Quando a velocidade v' tem sua direção definida pelo ângulo α ($= 45^\circ$), relativamente a horizontal (eixo- x), mas a componente $|v'_x|$ é que vale 10,32 m/s.

H I P Ó T E S E 2	 ①	 ②	Para $v'_x = 10,32 \text{ m/s}$ ③ e $\alpha = 45^\circ$ $v' = \frac{v'_x}{\cos \alpha} = 14,59 \text{ m/s}$ $v'_y = v' \cdot \sin \alpha = 10,32 \text{ m/s}$ Logo, $v'_x = v'_y$
	④ $\Delta t = 2 \cdot t_{1/2} =$ $\Delta t = 2 \cdot \left(\frac{v' \times \sin \alpha}{g} \right) =$ $\Delta t = 2,11 \text{ s}$	⑤ $h_M = \frac{(v'_y)^2}{2 \times g} =$ $h_M = \frac{(v' \times \sin \alpha)^2}{2 \times g} =$ $h_M = 5,43 \text{ m}$	⑥ $A_M = v'_x \cdot \Delta t =$ $A_M = \frac{v'^2 \times \sin(2 \times \alpha)}{g} =$ $A_M = 21,72 \text{ m}$

Nota: Adotou-se para g (aceleração local da gravidade) o valor de Pequim (item II.2.2.4).

Como se pôde demonstrar nestas duas sinopses comparativas hipotéticas (Tabelas II.8 e II.9), os resultados obtidos refletiram as hipóteses inicialmente adotadas quanto às direções da velocidade v' e sua consequente magnitude, bem como as suposições dos saltos no vácuo, situação tida como “ideal” e, portanto, sem a influente resistência do ar atmosférico.

Atente-se, no entanto, para o fato de que as alturas máximas determinadas de 5,43 e 2,72 metros, aliás, como já deveriam ter sido enunciadas, referem-se apenas às elevações relativas do centro de massa do competidor Bolt, situado este a 1,08 metros acima do solo. O que, de imediato, inviabiliza a forjificação estabelecida, pois para atingir somente a marca de Javier Sotomayor¹²⁹, recordista mundial do salto em altura com 2,45 metros, conquistada em 1993, Bolt teria de elevar seu centro de massa a nada menos que 1,37 metros da referência. Isto, sem mencionar o fato de que, neste recorde, Sotomayor superou, a 2,45 metros, só a altura do sarrafo, não importando, desse modo, se o estilo Dick Fosbury¹³⁰ para o salto foi ou não aplicado, nem tão pouco se tal estilo sofre possíveis influências quanto à localização do CM do(a) atleta. Por conseguinte, tomando como base a atual performance humana, as hipóteses 1 e 2 ficam, de per si, prejudicadas. Onde, para ilustrar, a Figura II.30 esquematiza a situação.

¹²⁹ Cf. APÊNDICE B, Planilha Parte B1 3.

¹³⁰ Cf. APÊNDICE B, Planilha Parte B1 2.

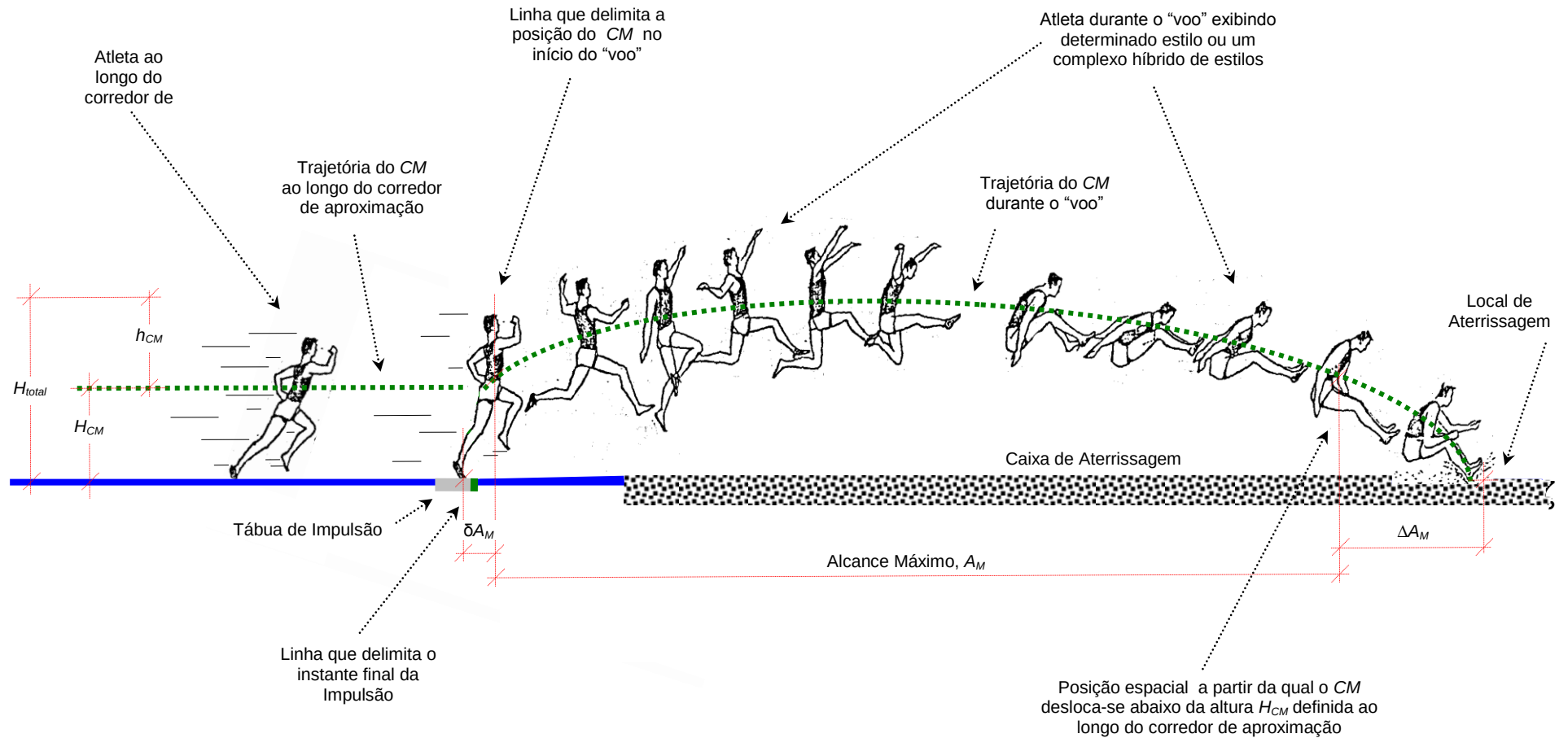


Figura II.30 – Vista lateral do salto em distância com suas etapas de aproximação, impulsão na tábua, “voo” e aterrissagem na caixa de areia.

131

¹³¹ Em parte, a Figura II.30 foi montada com dados colhidos do trabalho do Professor Ms. Jéferson Vianna (UFJF). Disponível em: < <http://www.jefersonvianna.hpg.ig.com.br/atletismosaltoedistancia.PDF> >. Acesso em: 04 fev. 2008.

A panorâmica oferecida pela Figura II.30 permite tratar com clareza as magnitudes calculadas nas Tabelas 2.8 e 2.9. Assim, nas quadrículas 5 em que às alturas máximas (h_{CM}) de 2,72 e 5,43 metros ainda acrescentam-se a altura do centro de massa (H_{CM}), relativamente ao solo, chega-se então aos totais impróprios de 3,80 e 6,51 metros (H_{total}), respectivamente. Se por um lado, os 5,43 metros (h_{CM}) somente foram superados, com aparelho, a partir de 1972, quando Wolfgang Reinhardt¹³² venceu a marca de 5,50 metros no salto com vara, tornando-se naquela ocasião o medalhista de ouro dos XX Jogos Olímpicos de Munique, Alemanha, por outro lado, os 6,51 metros (H_{total}) sobrepujam na atualidade a marca mundial dos 6,14 metros conquistados em 1994, igualmente por Sergey Bubka¹³³, recorde este que perdura há quinze anos. Menos incompatível seria adotar os 2,72 metros como altura total (H_{total}) ao invés de altura máxima (h_{CM}) como é, mesmo que acima do recorde de Sottomayor. No entanto, a coerência imporá os 3,80 metros totais (H_{total}) que, como tal, também no salto com vara, só foram superados após os primeiros dezesseis anos de Olimpíada, nos V Jogos Olímpicos de Estocolmo, na Suécia, em 1912 com Harry Babcock¹³⁴, saltando 3,95 metros. Quanto aos alcances de 10,87 e 21,72 metros, também impróprios, o mesmo se poderia dizer, pois nem no salto triplo chegou-se além dos 18,29 metros do atleta Jonathan Edwards¹³⁵, conquistados em 1995. Uma redução desta medida nos moldes daquela efetuada por ação da resistência do ar, nas trajetórias “I” e “II” (Figura II.29), de 61,58%, ainda assim, manteria tal alcance em 13,38 metros (A_M), ou seja, acima daquela da “hipótese 1” de 10,87 metros (A_M), sob suspeição.

Entretanto, as equações de definição das grandezas referentes ao ângulo de lançamento, α , de 45 graus, para qualquer das hipóteses submetidas às análises, impõem conformidade nas dimensões das velocidades horizontal e vertical exibidas nas quadrículas 3. Logo, tão grande imposição, que requer conjuntamente a igualdade da velocidade vertical, explicaria não só o exagero da altura máxima de 5,43 metros (h_{CM}) para um saltador em distância humano, na “hipótese 2”, como também a “razoabilidade” dos 2,72 metros da “hipótese 1” (h_{CM}), das quadrículas 5, se este valor fosse relativo ao solo. Ainda que neste caso dos 2,72 metros, a 27 centímetros acima do recorde mundial de Javier Sottomayor, que detém a marca de 2,45 metros há dezesseis anos, tenha-se que elevar o centro de massa do atleta Bolt para 1,64 metros, além do seu nível médio de 1,08 metros ($1,08\text{ m} + 1,64\text{ m} = 2,72\text{ m}$), sobre o solo.

¹³² Cf. APÊNDICE B, Planilha Parte B1 2.

¹³³ Cf. APÊNDICE B, Planilha Parte B1 3.

¹³⁴ Cf. APÊNDICE B, Planilha Parte B1 1.

¹³⁵ Cf. APÊNDICE B, Planilha Parte B2 2.

Na Tabela II.7 a “*Tabela 1*” de comparação das trajetórias “I” e “II”, para a mesma velocidade, v_0 , e o mesmo ângulo, α , de lançamento, mostra uma redução próxima de 31 % entre as alturas máximas de 53 e 76,8 metros, respectivamente, por conta da resistência do ar. Curiosamente, devido à “[...] *simetria do alcance horizontal em relação [...] ao ângulo de* 45° [...] [demonstrável pelas] *derivadas de* $[A_M]$ [...] *em relação a* $[\alpha]$ [...].” (KELLER *et al.*, 1997, pp. 72; 88), na equação do alcance máximo, A_M , quadrículas 6 (Tabelas 2.8 e 2.9), observa-se a “[...] *característica notável [de um mesmo] [...] alcance [...] para dois ângulos de lançamento [...] [complementares]*” (HEWITT, 2002, p. 178). Assim, sempre que a soma de dois ângulos de lançamento for igual a 90°, como mostra a Figura II.31 abaixo, e a velocidade de lançamento, v_0 , e a aceleração local da gravidade, g , se mantiverem invariáveis, pode-se conseguir, no vácuo, o mesmo alcance.

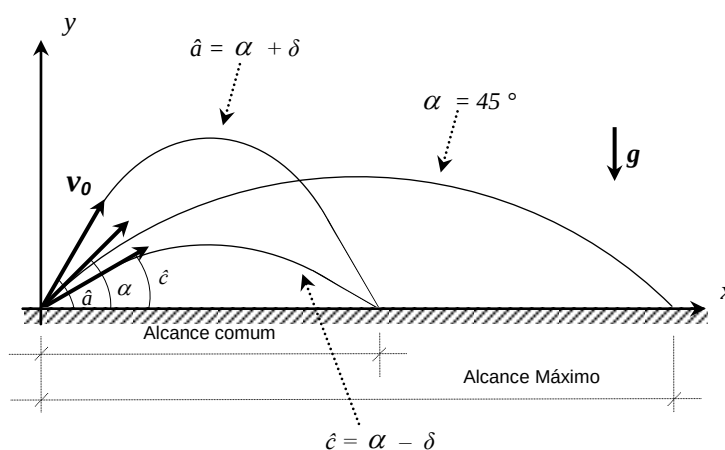


Figura II.31 – Alcance máximo e alcance para ângulos complementares.

Esta possibilidade trás de volta a maneira como os autores KRING (1924-2001) e FERNANDES (1947)¹³⁶ descrevem o procedimento que deve ter o(a) atleta no início do salto em distância, propriamente dito. Se para KRING (1975, p. 92), “[...] [a] *principal preocupação do saltador no momento de tomar impulso é saltar o mais alto possível, com a menor perda de ímpeto para a frente.*” (Grifo nosso), para FERNANDES (1978, p. 75), “[...] [o] *propósito exclusivo dessa ação é conseguir a máxima altura com a menor perda possível do ímpeto horizontal.*” (Grifo nosso). Portanto, ambos são unânimes quanto a máxima altura a ser atingida pelo(a) saltador(a) de distância.

Então, seria esta orientação uma maneira indireta de levar o(a) atleta a compensar os efeitos “negativos” estabelecidos pelo ar atmosférico? Porque, para um(a) saltador(a) de altura, parece razoável a busca da máxima altura, mas para um(a) saltador(a) de distância, além de

¹³⁶ Cf. item II. 2.2.3.

um tempo de “voo” mais longo, o que esta conquista traria, se o mesmo alcance pode ser conseguido com um ângulo de lançamento menor? Ou, já seria este ângulo de lançamento menor, aquele pretendido para a obtenção da maior altura? Perceba-se como das três elevações, a de maior componente horizontal, ou seja, a que mais contribui para “[...] *a menor perda de ímpeto para a frente*.” (KRING, 1975, p. 92), é justamente a curva menos elevada. Sejam quais tenham sido as intenções não explicitadas pelos autores, como assim se entende, por certo, justas são as indagações.

De outro modo, a talvez discreta alusão, mas de especial importância, feita ao centro de massa (CM) na Figura II,23, quando se tenta passar o quanto este “[...] *se move como se estivesse concentrada nele toda a massa e todas as forças externas* [ao corpo do atleta modelo] [...]” (GOLDEMBERG, 1977, p. 198), seja a interpretação dada a quase impossibilidade, contida em si pelo estilo do salto, de alterar a trajetória do CM descrita durante o “voo”. Segundo GOLDEMBERG (1977, p. 199), “[...] *apenas as forças externas determinam o movimento do centro de massa e as forças internas não afetam o movimento do CM*.”. Portanto, salvo ventos violentos sobre as pequenas áreas transversais do corpo que possam de fato influir no desempenho do(a) atleta, pela força de resistência exercida pelo ar, o que justificaria a “quase impossibilidade” dita anteriormente, tal assertiva deixaria de imputar ganhos ao feito do salto. Como diz FERNANDES (1978, p. 76):

“Uma vez realizadas todas as ações para elevar-se, o atleta prepara-se para a queda. Todos os movimentos que ele realiza no ar, como meios de ganhar maior ímpeto, carecem de valor real, porque há um princípio da física que diz que para cada movimento existe outro movimento oposto, de retrocesso; mas como meio para manter-se descontraído, equilibrado e em posição para uma aterrissagem perfeita, esses movimentos são muitos úteis e todos os campeões os utilizam.”

Necessário se faz, todavia, tornar patente a adoção implícita do plano sagital, mantido tacitamente na vertical e com as grandezas envolvidas nele contidas, para os fins de assim, evitar as advindas decomposições vetoriais também no plano frontal e com isto, vir extrapolar o caráter próprio do estudo bidimensional utilizado.

II.2.2.5 Durante a fase de queda ou aterrissagem

A “Regra 185-1d” da IAAF diz que “[...] [um] *competidor falha se [...] emprega qualquer forma de salto mortal enquanto estiver correndo ou no ato do salto [...]*” (CBAAt, 2002-2003, p. 144; FAERGS, 2006-2007, p. 31)^{137, 138}. A despeito da “Regra” nos XIX Jogos Olímpicos de

¹³⁷ CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO: *regras oficiais de atletismo*, op. cit., p. 144.

¹³⁸ FAERGS; op. cit., p. 32.

Cidade do México, México, 1968, Dick Fosbury com um estilo todo seu de ultrapassar o sarrafo no salto em altura, surpreendeu o mundo dos desportos ao superar de costas a altura de 2,24 metros. Mas como na ocasião já se fazia uso do colchão de aterrissagem para esta modalidade de salto, proporcionando segurança, a moda Fosbury, apesar de ousada e acrobática à época, transformou-se então no modelo que é hoje. Então, como distinguir o “[...] salto mortal”, daquele salto, ouro em 1968, se sem a garantia do amortecimento dado à queda pelos colchões como outrora ocorria, poderia trazer resultados literalmente desastrosos? Visto isso, inovar a aterrissagem da época atual, praticada pelos saltadores do salto em distância que não conseguem deixar de cair para trás, para, de alguma maneira “acrobática”, evitarem a perda do ganho “já” conquistado ao longo do “voo”, por exemplo, fazendo uso da lei de conservação do momento angular, L ($L = \text{constante}$), constituir-se-ia um “[...] salto mortal”?

Atente-se para o que diz Forhlich, 1980 *apud* HALLIDAY (1991, p. 250) sobre a conservação do momento angular, ao descrever um salto ornamental para frente (Figura II.32)¹³⁹, em que a atleta ao sair do trampolim faz uma série de rotações estéticas em direção à água.

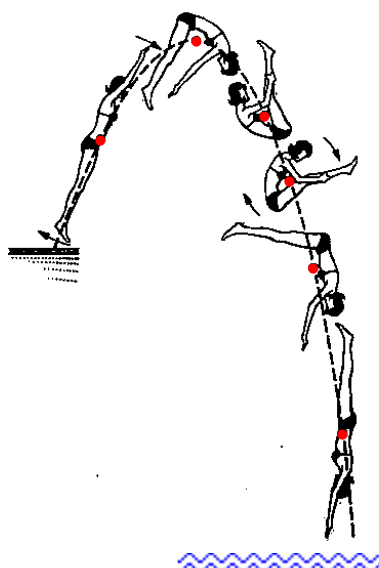


Figura II.32 – Salto ornamental para frente, em trampolim.

“Quando ela está no ar, a mergulhadora constitui um sistema isolado e seu momento angular não pode mais ser alterado. Aproximando o tronco das pernas e puxando as pernas, ela fica numa ‘posição dobrada’, na qual seu momento de inércia (em torno de um eixo ortogonal que passa pelo centro de massa) é consideravelmente reduzido, fazendo com que sua velocidade angular seja consideravelmente aumentada. Saindo desta posição dobrada e assumindo uma ‘posição esticada’ no final do mergulho, ela produz um aumento do seu momento de inércia, fazendo diminuir, portanto, sua velocidade angular ao entrar na água. [...] O momento angular da mergulhadora, L , permanece constante durante o salto;

¹³⁹ Figura Adaptada (Halliday, D.; Resnick, R.; *op. cit.*, p. 249).

[...] Note também que o centro de massa da mergulhadora descreve uma trajetória parabólica (indicada pela linha tracejada).”

Sem exageros ao fazer uso da inércia presente, instantes antes do choque final com a areia da caixa de aterrissagem, esta possibilidade real de conservação do momento angular, L , do(a) saltador(a), aliada a audácia comum aos campeões, talvez permita gaugar mais um degrau na escalada crescente de novos recordes. Os riscos eventuais de acidentes nesta ocasião poderiam ser minimizados se ao invés da “[...] areia molhada e fofa” como sustenta a “Regra 185-10” (CBAt, 2002-2003, p. 148; FAERGS, 2006-2007, p. 33)^{140,141}, que aumenta dessa forma a compactação e a densidade do granulado arenoso, fosse permitido insuflar-lhe ar, tornando-o um grumo menos denso e assim fofo, efetivamente.

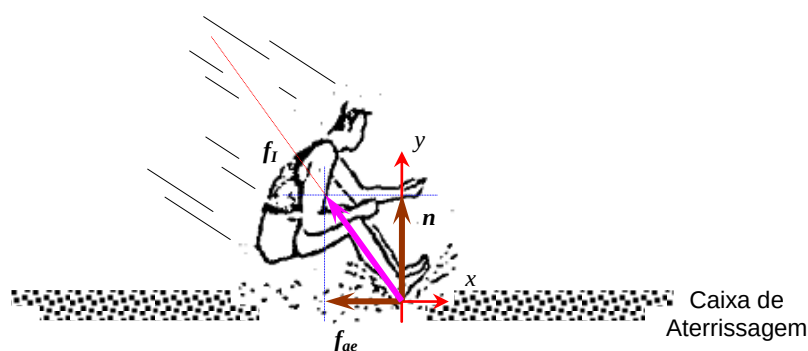


Figura II.33 – Composição das forças normal, N , e de atrito estático, F_{ae} , no momento do contato com a areia, na caixa de aterrissagem.

Um amplo aproveitamento da inércia naturalmente disponível ao final do lançamento oblíquo deve possibilitar o imbricamento dos membros inferiores do *atleta modelo*, de modo a não permitir os efeitos que o leva a retroceder na queda. A impulsão mostrada na Figura II.33¹⁴² anterior, ocasionada no exato momento em que o(a) atleta toca a superfície arenosa, deve ser minimizada ao máximo, para tornar este choque o mais plástico possível (coeficiente de restituição, e , igual a zero), diferentemente daquele na tábua de impulsão, mesmo que por suas características, seja difícil evitá-lo.

¹⁴⁰ CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO: *regras oficiais de atletismo*, op. cit., p. 148.

¹⁴¹ FAERGS; op. cit., p. 33.

¹⁴² Em parte, a Figura II.33 foi montada com dados colhidos do trabalho do Professor Ms. Jéferson Vianna (UFJF). Disponível em: < <http://www.jefersonvianna.hpg.ig.com.br/atletismosaltoedistancia.PDF> >. Acesso em: 04 fev. 2008.

II.3 Considerações

Ao introduzir uma fase a mais nas etapas do salto em distância¹⁴³, diferentemente dos autores de renome, tinha-se em mente ordenar logo de início as forças de interação existentes nos eventos desta modalidade desportiva, fossem elas de ação a distância ou de ação por contato. E para tanto, adotou-se referenciais inerciais ou galelianos fixados ao corredor de aproximação da prova. Muito embora o movimento real de rotação da Terra em torno de seu eixo, até então relegado, faça com que ao ser reconhecido, o observador recorra a referenciais não-inerciais e com estes, surjam as forças fictícias (ou inerciais).

Com respeito a estas forças fictícias, num artigo sobre os efeitos na massa d'água dos oceanos provocados pela “[...] resultante da soma vetorial da força gravitacional, devido ao campo gravitacional externo, com a ‘força inercial’, no referencial acelerado por tal campo externo.”, definida por SILVEIRA (2003, p. 15) como “[...] força de maré”, força altamente restritiva e que, por isso, não foi inserida no presente trabalho, este afirma que:

“Em referenciais acelerados cada corpo sofre, além das forças reais — forças causadas por outros corpos e que, portanto, obedecem à Terceira Lei de Newton —, a chamada ‘força inercial’. A ‘força inercial’ somente ocorre em sistemas de referência acelerados; ela também é denominada de força fictícia, pois viola a Terceira Lei de Newton, já que não é causada por outro corpo. A ‘força inercial’ sobre cada corpo tem sentido contrário ao da aceleração do referencial e seu módulo é igual à massa do corpo multiplicada pela aceleração do referencial.”

Ao comentar a respeito deste mesmo tema, MAIA (1977, p. 187) alerta:

*“É conveniente que você note, de partida, que forças inerciais nada tem a ver com a interação entre partículas [...] ou entre partículas e radiação, dependendo [...] apenas [...] de escolha de referencial. Mas, note [...] também [...] que, a despeito disso, forças inerciais são **reais**, no sentido de que podem produzir efeitos físicos em nada distintos dos que são produzidos por forças de interação. Como bem o diz SARD:*

*Pelo fato de que não são diretamente devidas a outras partículas, as forças inerciais tem sido chamadas, também, forças fictícias. Mas, seus efeitos sobre o movimento relativo a um referencial acelerado são tão reais como aqueles das interações partícula-partícula. Centrifugadoras funcionam! (SARD, R. D. — *Relativistic Mechanics: Special Relativity and Classical Particle Dynamics*. New York, Benjamin, 1970. p. 41.)”.*(Sard, 1970 apud MAIA, 1977, p. 187)¹⁴⁴.

Portanto, a considerar o fato notável de que enquanto se desenrola a competição do salto em distância, a Terra, em conjunto, também gira, implicará em se admitir outras forças

¹⁴³ Cf. item II.2.1.

¹⁴⁴ Loc. cit.

além daquelas estudadas anteriormente, tornando assim as soluções encontradas até então um tanto mais complexas.

Dentre as força fictícias descritas por PIMENTA (2006, p. 160) como parcelas da “[...] *força aparente de inércia*”, estão, num total de quatro, as forças de Einstein, de Coriolis, centrífuga e de Euler. Contudo, ao referir-se à força de Coriolis, SILVEIRA (2000) ressalva que esta força ao atuar sobre partículas (corpos) em movimento relativo à Terra, produz acelerações sempre inferiores ao produto da velocidade desenvolvida por estas partículas (corpos) e o fator $1,5 \times 10^{-4}$. E acrescenta:

“[...] [a] força de Coriolis [...] pode produzir notáveis efeitos [em] [...] circunstâncias, como por exemplo: [...] massas que se deslocam com grande velocidade (centenas de metros por segundo) em relação à Terra — como os projéteis de artilharia. [...] [sobre] massas de ar que se movimentam com velocidades da ordem de dezenas de metros por segundo por longos intervalos de tempo, [...] [e sobre] massas que, apesar de terem baixas velocidades, se movimentam por tempos longos, quase livres de forças horizontais e perpendiculares à velocidade, exceto a de Coriolis.”

Sobre o mesmo assunto, assegura ALONSO (1972, p. 125):

“A combinação do efeito de Coriolis com o efeito centrífugo [efeito de Eötvös], faz com que o corpo caia a sudeste [...] [da posição verticalmente baixada] no hemisfério norte e a nordeste [...] [da posição verticalmente baixada] no hemisfério sul. [Mas] [...] [esse] efeito [...] deve ser levado [...] em consideração [...] para o bombardeio de grandes altitudes [e] para mísseis balísticos intercontinentais. [...] No caso de um corpo movendo-se no plano horizontal, [...] [no] hemisfério norte, a componente horizontal [...] tende a desviar para a direita uma trajetória inicialmente reta, e [...] no hemisfério sul, para a esquerda.

Pelo exposto, parece razoável que se declare o quanto insignificantes possam ser os efeitos por ventura atribuídos às forças fictícias ou inerciais na prática deste desporto, já que para a sua eficácia os fenômenos envolvam grandes massas, grandes velocidades e grandes altitudes, contrariamente aquelas grandezas do salto em distância. A cerca disto, ao tratar das forças inerciais, inclusive as ainda não mencionadas forças de Einstein e de Euler, MAIA (1977, p. 189) narra o seguinte:

“[...] são praticamente desprezíveis as forças inerciais que atuam sobre uma partícula [corpo] situada em baixa altitude e cuja velocidade relativa à Terra não seja muito grande. Consequentemente, o erro que se comete considerando a Terra como um referencial inercial é irrelevante, [...] [é] uma atitude muito difundida, que não traz consigo nenhum erro conceitual e que facilita sensivelmente a exemplificação.”

CAPÍTULO III

INTERAÇÕES FÍSICAS NOS DESPORTOS: COMO TORNÁ-LAS VANTAJOSAS

III.1 A Corrida nas Curvas e suas Particularidades

Muito se falou a respeito de Usain Bolt e isto se deve, obviamente, aos bons resultados obtidos por este atleta nos XXIX Jogos Olímpicos de Pequim, 2008. Não obstante, como bem mostra a foto¹⁴⁵ da Figura III.1 abaixo, observe-se a posição do referido corredor ao efetuar a curva numa competição de 200 metros rasos. Note-se o quanto afastado da borda interna da raia, dado por Δr , Bolt executa sua prova. Evidentemente um melhor posicionamento seria aquele que tangenciasse a curva, sem, contudo, levá-lo a tocar na linha que delimita as raias. Assim, não seria desclassificado como o foram seus adversários olímpicos Wallace Spearmon (americano) e Churandy Martina (caribenho) na final dos 200 metros rasos, corrida no Estádio Olímpico conhecido como “Ninho de Pássaro”.



Figura III.1 – Corrida na curva durante uma prova de 200 metros rasos.

¹⁴⁵ Foto de Usain Bolt. Disponível em: < <http://www.inpuntadipenna.com/pt/usain-bolt-video-100-metri-in-976/661/> >. Acesso em: 05 mai. 2009.

Mesmo nas Olimpíadas é o que muito se vê (Figura III.2)¹⁴⁶. Atletas de alto rendimento deixando de usar, por imperícia, talvez, recursos a eles(as) disponíveis graciosamente, os quais, se devidamente aplicados com vistas à aquisição de melhores resultados, decerto contribuiriam para uma evolução menos demorada de novas marcas.



Figura III.2 – Eliminatória dos 200 metros rasos feminino, Pequim 2008.

Para confirmar veemente declaração, atente-se para as competidoras das raia 3, 4 e 6, enumeradas da direita para a esquerda na Figura III.2 acima. Perceba-se como se posicionam quase no centro das respectivas raia. Raia estas, que a partir de 2004, “Regra 160.4” (FAERGS, 2006-2007, p. 12)¹⁴⁷, foram reduzidas de $(1,25 \pm 0,01)$ metros (CBAt, 2002-2003, p. 97)¹⁴⁸ para no máximo $(1,22 \pm 0,01)$ metros, cada uma. Enquanto isto, a atleta da raia 5, em posição exemplar relativamente à raia, tangencia a curva numa bela demonstração de aproveitamento deste recurso. Portanto, ao adotarem semelhante estratégia (exclusivamente na curva), deixaram, com isso, de levar em conta o fato de a linha branca do arco externo da raia em questão, bem como o arco adotado como trajetória no percurso, apresentar medidas algébricas maiores do que a do arco interno junto à linha de medição, como se demonstra a seguir (Figura III.3):

¹⁴⁶ Na foto (4ª raia da direita para a esquerda), a velocista jamaicana Verônica Campbell-Brown, durante as eliminatórias da prova dos 200m rasos feminino, nos Jogos Olímpicos de Pequim 2008, na China. A atleta terminou a prova em primeiro lugar com o tempo 22s64 e se classificou para a semifinal Disponível em: < http://www.gazetapress.com/pautas/lista/15327/olimpiadas_de_pequim_2008_atletismo_200_metros_rasos_feminino >. Acesso em: 6 mai. 2009.

¹⁴⁷ FAERGS; *op. cit.*, p. 12. Disponível em: < <http://www.faergs.org.br/REGRAS.pdf> >. Acesso em: 13 dez. 2008.

¹⁴⁸ CBAt; *op. cit.*, p. 97.

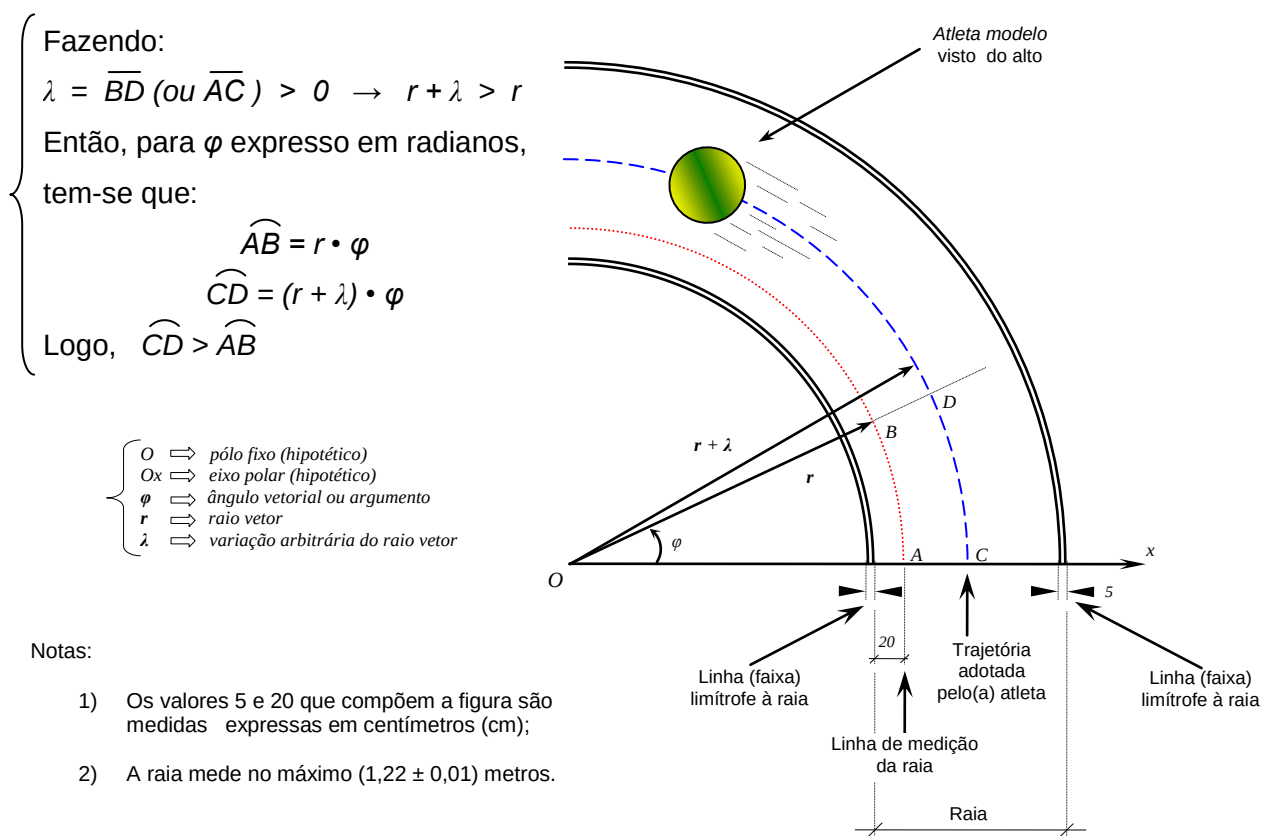


Figura III.3 – Trecho esquemático da curva de uma pista oficial de Atletismo.

Assim, da relação existente entre a medida algébrica de um arco orientado qualquer, $\widehat{AB}$ (ou $\widehat{CD}$, no caso), ao longo de uma circunferência de círculo de centro em O , como mostra a Figura III.3, seu respectivo raio vetor, r , e o ângulo vetorial (ou argumento), φ (fi), dado pela expressão: $\widehat{AB} = r \cdot \varphi$ (SMITH, P. F., *et al.*, 1967, p. 167; THOMAS, G. B. Jr., 1970, p. 179-180; PISKUNOV, N., 1973, p. 24-25), pode-se afirmar que $\widehat{CD} > \widehat{AB}$, ou seja, que a trajetória $\widehat{CD}$, por hipótese escolhida pela maioria das atletas daquela semifinal olímpica, foi maior que a trajetória $\widehat{AB}$ oficialmente utilizada como a linha de “[...] *medição da pista*”, “Regra 160.2” (FAERGS, 2006-2007, p. 12; CBAAt, 2002-2003, p. 97)^{149,150}. Com isto, a princípio, as atletas deixaram de conquistar resultados mais significativos, fruto de tempos sem dúvida menores. Pois, mesmo que as velocidades escalares tenham sido expressivas, houve desperdício de energia, como no caso da velocista jamaicana Verônica Campbell-Brown que venceu a disputa com o tempo oficial de 22,64 segundos, 1,30 segundos acima do recorde mundial¹⁵¹ de 21,34 segundos da americana Florence Griffith Joyner, conquistado na Coreia do Sul, nos XXIV

¹⁴⁹ FAERGS, *loc. cit.*

¹⁵⁰ CBAAt, *loc. cit.*

¹⁵¹ Recorde Mundial de Florence Griffith Joyner. Disponível em: http://www.cbata.org.br/estatisticas/recordes/recordes_quadro.asp?id=1. Acesso em: 12 mai. 2009.

Jogos Olímpicos de Seul, em 1988. Por conseguinte, Campbell correu a prova com a velocidade média de 8,83 m/s ($\approx 31,8$ km/h) contra os 9,37 m/s ($\approx 33,7$ km/h) de Griffith, ou ainda com uma velocidade média cerca de 5,76% menor daquela do recorde mundial a qual, segundo o autor, seria desnecessário por se tratar de eliminatória. Ressalte-se que por vezes, até se chega a excelentes resultados à custa de um desgaste maior ou muito maior do que o desejável, mas tudo por conta de extremas capacidades atléticas ocasionais, porém sem o rigor das ciências.

Outra maneira de considerar a questão em análise seria utilizar os dados contidos no modelo fornecido pela CBAAt, relativamente a “*Pista Oficial de Atletismo*”¹⁵² (Figura III.4). Neste modelo, nas partes central e esquerda da redução exibida abaixo (Cf. APÊNDICE D), estão as informações valiosas que ajudaram a levantar os resultados pretendidos.

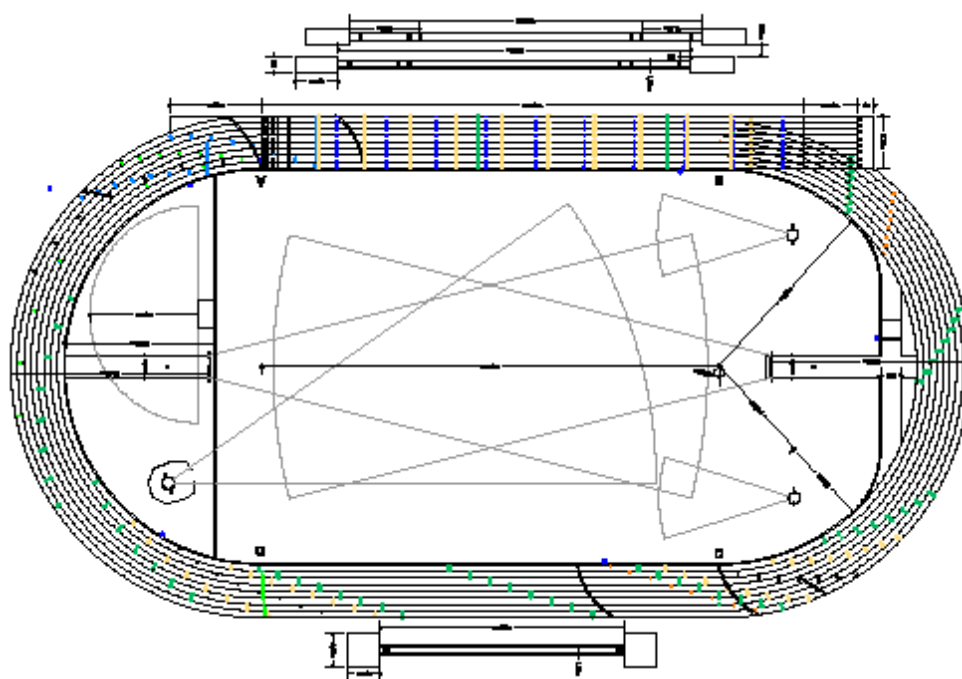


Figura III.4 – Pista oficial de Atletismo.

¹⁵² Pista Oficial de Atletismo. Disponível em: < http://www.cbat.org.br/pistas/pista_oficial_cbat.pdf >. Acesso em: 18 mai. 2009.

Mas como se pode perceber, entretanto, a redução da pista trouxe impossibilidade à leitura dos dados, assim, achou-se por bem fazer uso do esquema a seguir, Figura III.5. Nele observa-se um ângulo γ (gama) com o valor de $42,5039^\circ$ ($\approx 0,741833$ rad). Logo, com base no ângulo raso, a soma dos ângulos α (alfa), β (beta) e γ (gama), dá 180 graus, ou seja, $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$. De fato, se $\alpha = \gamma$, chega-se a um valor para β igual a $94,9922^\circ$ ($\approx 1,65793$ rad), ao se considerar a precisão mantida pelos seis algarismos significativos em questão.

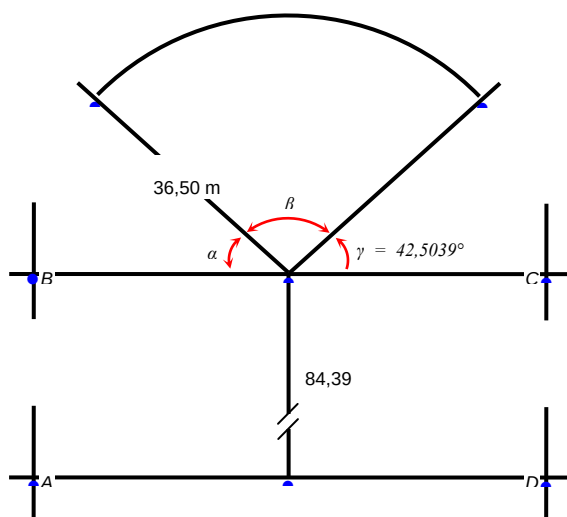


Figura III.5 – Esquema representativo de parte da pista oficial de Atletismo.

Agora, recorrendo-se a expressão: $s = r \cdot \gamma$, do “[...] número de ‘raios’ contido no arco s [da circunferência de círculo] subtendido pelo ângulo central [...] [γ , em radianos]” (THOMAS, 1970, p. 180), e levando-se em conta que a linha de medição afasta-se da borda interna da curva em 30 centímetros na primeira raia, aproximam-se então da medida deste arco de 27,30 metros, com um raio total de 36,80 metros, já incluídos os 30 centímetros a mais.

Daí, para o arco relativo ao ângulo β e o mesmo raio r de antes, tem-se outro arco s' medindo cerca de 61,01 metros. Portanto, toda a curva, da tangente B a tangente C , no sentido horário, mede nada menos que 115,61 metros, ou seja, $2 \times 27,30 \text{ m} + 61,01 \text{ m} = 115,61 \text{ m}$. Note-se que este mesmo resultado poderia ser obtido multiplicando-se o raio de 36,80 metros pelo ângulo raso de π radianos, equivalente aos 180 graus do ângulo $\widehat{BC}$. Para conferir este resultado, dobra-se o valor de 115,61 metros devido às duas curvas e, da mesma forma, dobra-se o valor de 84,39 metros referente às duas retas que completam a volta da prova dos 400 m rasos e, com efeito, constata-se a identidade, pois $2 \times 115,61 \text{ m} + 2 \times 84,39 \text{ m} = 400,00$ metros.

Por conseguinte, se nesta primeira raia o(a) atleta resolver correr ao longo da linha média, estará acrescentando ao raio de 36,80 metros, mais 31 centímetros. Ou seja, o novo raio será de 37,11 metros. Com isto, o comprimento da curva também aumenta indo agora para 116,58 metros, com um incremento de 97 centímetros ou em torno de 0,83% da curva. Por extensão, para todas as outras raias, a elevação chegaria a 1,27 metros ou 1,09% da curva, aproximadamente, já que para as sete raias externas a linha de medição situa-se a 20 centímetros do arco interno das respectivas raias (Tabela III.1, a seguir).

Em virtude duma conduta semelhantemente subjetiva, causada por imprudência ou imperícia, o(a) atleta ficaria sujeito a outra consequência. Pois, com o aumento não oficial, mas voluntário da trajetória curvilínea, e tendo-se em conta a definição da velocidade escalar média¹⁵³, $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, ou: (1) Aumenta-se a velocidade para se manter o tempo inalterado (o que, a princípio, demandaria maior potência¹⁵⁴, P , visto que $P = F \times v$); ou (2) tem-se o tempo aumentado por se manter a velocidade constante (medida esta, indesejável). Há, contudo, um meio termo que também poderia ocorrer, qual seja (3) o de aumentar em conjunto tanto a velocidade quanto o tempo (perder-se-ia um pouco no tempo, porém a potência exigida seria menor). Portanto, das três hipóteses, parece que a de número um é a melhor ou, por assim dizer, menos ruim, uma vez que a pretensão é sempre a de superação. Todavia, mais arrojado seria (4) aumentar em muito a velocidade (mesmo em detrimento do desgaste), para assim superar o tempo com um novo recorde. Com isto, volta-se ao início da proposta, ou seja, basta correr no máximo, sobre a linha de medição.

Inegavelmente, o tempo de 22,64 segundos da velocista Verônica Campbell-Brown da Jamaica (Figura III.2), poderia reduzir-se para 22,53 segundos se ao invés de percorrer a curva pela sua linha média, na raia 4, ela a tivesse feito pela linha de medição da mesma raia, o que lhe daria, em conclusão, um ganho de 11 centésimos de segundo ou, em termos percentuais, 0,4859% (0,5%). Na opinião do autor, informações como estas não deveriam ficar a margem do processo de preparação de atletas de alto rendimento, uma vez que 57,8% da prova dos 200 metros rasos desenvolvem-se na curva, ficando para a reta final apenas os 42,2% restantes.

¹⁵³ Cf. item II.2.2.4.

¹⁵⁴ POTÊNCIA: A potência P é a taxa de transferência de energia por unidade de tempo. Kittel, C.; Knight, W. D.; Ruderman, M. A.; *Curso de Física de Berkeley. Mecânica*, v. 1, São Paulo, Edgard Blucher, 1970, p. 138.

Tabela III.1 Relação das Medidas Calculadas para a Curva, com 8 Raias, de uma Pista Oficial de Atletismo

Ordem		Discriminação	Medidas (em metro) por Raias							
A	Raias		1	2	3	4	5	6	7	8
B	Larguras das raias		1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
C	Raios internos das raias		36,50	37,72	38,94	40,16	41,38	42,60	43,82	45,04
D	Afastamentos das bordas internas das linhas de medições da pista, nas raias		0,30	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
E	Raios das linhas de medições da pista, nas raias		36,80	37,92	39,14	40,36	41,58	42,80	44,02	45,24
F	Raios das linhas médias das raias		37,11	38,33	39,55	40,77	41,99	43,21	44,43	45,65
G	Comprimentos das curvas, sobre as linhas de medições da pista		115,61	119,13	122,96	126,79	130,63	134,46	138,29	142,13
H	Acréscimos aos comprimentos das curvas, devido aos afastamentos laterais (referência G1)		0,00	3,52	7,35	11,18	15,02	18,85	22,68	26,52
I	Comprimentos das raias na curva para a prova dos 200 m rasos, sobre as linhas de medições da pista		115,61	115,61	115,61	115,61	115,61	115,61	115,61	115,61
J	Comprimentos das curvas sobre as linhas médias das raias		116,58	120,42	124,25	128,08	131,92	135,75	139,58	143,41
K	Acréscimos aos comprimentos das raias na curva, devido às localizações das linhas médias (J1 - G1)		0,97	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
L	Acréscimos aos comprimentos das curvas, devido aos afastamentos laterais (referência J1)		0,00	3,84	7,67	11,50	15,34	19,17	23,00	26,83
M	Comprimentos das raias na curva para a prova dos 200 m rasos, sobre as linhas médias das raias		116,58	116,58	116,58	116,58	116,58	116,58	116,58	116,58
N	Valor utilizado para π na expressão: $s = r \cdot \gamma$, onde γ é expresso em radianos		3,141592654							

Fonte: Dados levantados a partir das informações contidas no modelo da Pista Oficial de Atletismo divulgado pela CBAt. Disponível em: < http://www.cbata.org.br/pistas/pista_oficial_cbata.pdf >. Acesso em: 18 mai. 2009.

No Tabela III.2 a seguir, indicam-se as medidas correspondentes aos pontos de referência em uma raia genérica (Figura III.6) para as provas de 200 e 400 metros rasos.

Tabela III.2

Pontos de Referência da Raia		
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
200,00 m	200,97 m	201,95 m
400,00 m	401,94 m	403,90 m

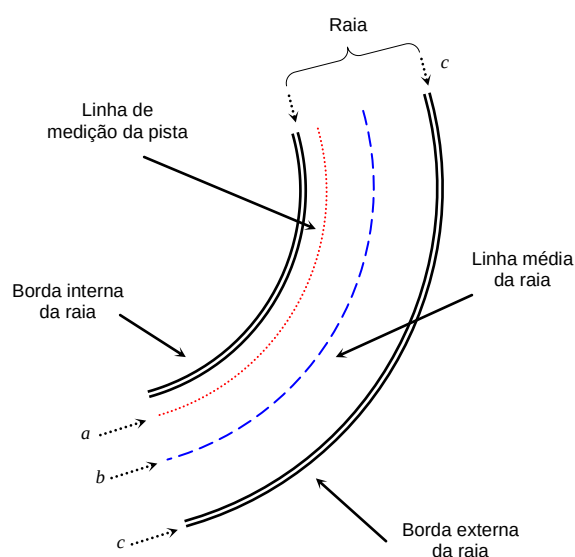


Figura III.6 – Detalhes de um trecho da curva da pista oficial de Atletismo.

III.1.1 Outra Situação Relevante a se Permitir nas Curvas

Dentre todas as forças estudadas, a força de pressão¹⁵⁵, F_p , talvez seja a única que possa ser considerada imparcial. Isto porque, até onde se percebe, esta parece não depender das características do(a) atleta quanto ao perfil, se esguio ou achaparrado. Portanto, salvo reações orgânicas individuais não tratadas na presente análise, bem como eventuais flutuações pontuais do fluxo atmosférico, passivas de ocorrerem num Estádio Olímpico, a pressão do ar atmosférico será a mesma para todos(as) os(as) competidores(as) locais.

Por outro lado, o mesmo não se pode dizer quanto ao peso próprio, P , do(a) atleta, pois este depende da massa, m , de seu corpo e da aceleração local da gravidade, g , comum a

¹⁵⁵ Cf. item II. 2.2.1c.

todos(as). Do volume submerso, V_{sub} , do corpo do(a) competidor(a), além de outros parâmetros e, por consequência, o peso próprio aparente¹⁵⁶, $P + E$, também. Assim, igualmente o é a força normal¹⁵⁷, N , enquanto agente equilibrador desse peso próprio aparente. E mais, sob o mesmo ponto de vista, a força de atrito estático¹⁵⁸, F_{ae} , que depende da força normal, e por último, de acordo com os estudos realizados no Capítulo II¹⁵⁹, a força de resistência do ar, F_r , por depender da área transversal, A , do corpo do(a) corredor(a), assim como de sua velocidade, v (Equação II.4)¹⁶⁰.

Com efeito, na curva, uma sétima força efetivamente se permite sentir, independentemente do(a) competidor(a). Do ponto de vista do(a) atleta, esta força age como se o(a) puxasse para fora da curva, permitindo-lhe inclinar-se contrariamente, isto é, para dentro da curva. Esta ação, justificada com outros argumentos por um observador inercial ou galeliano¹⁶¹, se deve a força centrífuga¹⁶², F_{cf} .

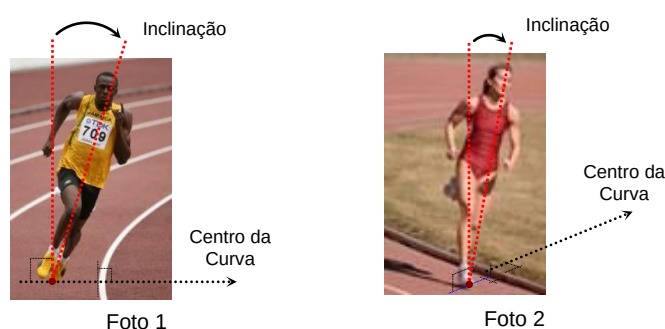


Figura III.7 – Fotos de atletas percorrendo a curva numa pista de Atletismo.

Deste modo, aproveitando as duas fotos acima, Figura III.7, é possível ilustrar o quanto inclinado se encontravam os atletas ao passarem pela curva no instante do acionamento do disparador das respectivas câmeras fotográficas. Para o técnico Ahylton da Conceição, neste momento, as inclinações tanto para o lado da curva quanto para frente, deveriam ser as mais acentuadas possíveis, e bradava: “[...] olhe p’ra dentro da curva...”. Ao atender o comando,

¹⁵⁶ Cf. item II. 2.2.2.

¹⁵⁷ Cf. item II. 2.2.1b.

¹⁵⁸ Cf. item II. 2.2.1e.

¹⁵⁹ Cf. item II. 2.2.1f.

¹⁶⁰ Cf. item II. 2.2.1f.

¹⁶¹ Cf. item II.3.

¹⁶² Cf. item II.3.

o(a) atleta não só demonstrava disciplina como aprendia o quanto lhe beneficiava esta técnica, apesar da dificuldade que sentia em superar o receio de cair.

E como justificar fisicamente esta prática? Antes de avaliar as razões do mando anterior, contudo, perceba-se na “Foto 1” (Figura III.7), relativamente a “Foto 2”, uma maior inclinação lateral. Também, além da determinação pessoal de cada atleta de assim executar ou não o determinado pelo técnico, admita-se, por hipótese, como de interesse tal procedimento.

Pois bem, tanto a velocidade escalar (rapidez), v , cuja variação instantânea se dá por conta da aceleração tangencial, a_{tg} , devido a equivalente componente do atrito estático, F_{ae} , situada entre a pista e o pé ou sapatilha do corredor na tangente à curva, quanto à aceleração centrípeta, a_{ct} , gerada pela componente normal (radial) do atrito estático, F_{ae} , ao longo da reta que passa pelo centro, O , da curva, são por assim dizer, em conjunto, os esteios deste conhecimento usual ilustrado abaixo (Figura III.8).

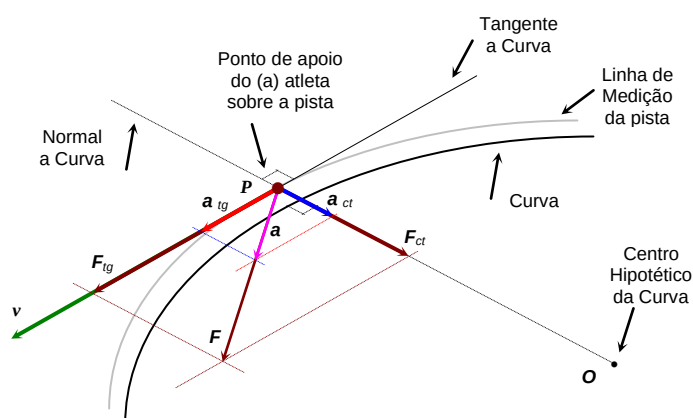


Figura III.8 – Decomposição conjunta da força de atrito estático, F_{ae} , e da aceleração a , tangente a linha de medição.

No esquema dessa Figura III.8, arbitrariamente no ponto P da linha de medição da pista, na curva, pretendeu-se relacionar as acelerações produzidas pelas componentes normal e tangencial da força de atrito, bem como a velocidade, v , inerente a uma massa, m (do corpo do(a) atleta), supostamente constante. Adiante, na Figura III.9, estendeu-se em detalhes ao lançar mão das forças de resistência do ar, F_r , centrífuga, F_{cf} , e do peso próprio aparente, $P + E$, num esforço para dar ao todo um aspecto tridimensional.

Assim, enquanto a componente normal, F_{ct} , do atrito estático, impede que o pé do(a) atleta derrape lateralmente para fora da curva, arrastado por inteiro pela ação real da força centrífuga, F_{cf} , e que o(a) leva a inclinar-se para dentro da curva (somente reproduzida na

Figura III.9 abaixo), também contribui com a aceleração normal, a_N , incumbida de mudar a direção de sua velocidade, v . Esta aceleração, por vezes chamada de aceleração centrípeta, a_{ct} , também permite justificar a diferença entre as inclinações dos atletas na Figura III.7 anterior (velocidade na Foto 1, maior que velocidade na Foto 2).

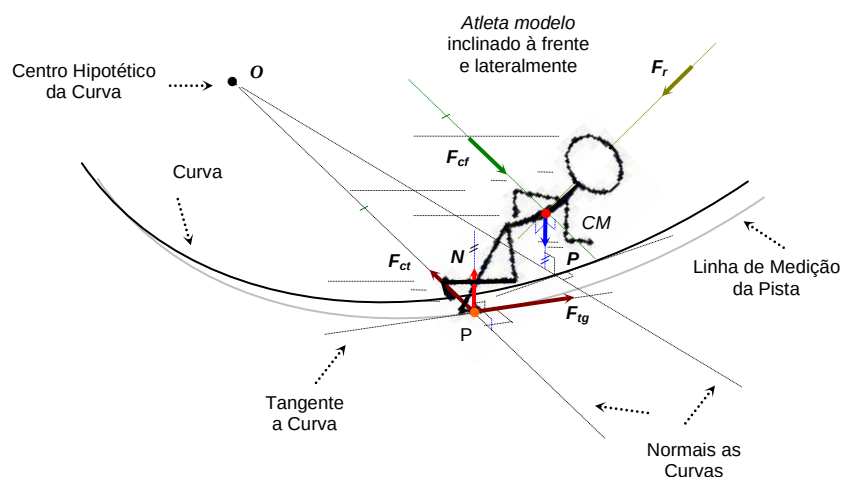


Figura III.9 – Forças que atuam no atleta enquanto faz a curva da pista de Atletismo.

Da mesma forma, a componente tangencial, F_{tg} , do atrito estático, não permite o escorregamento de seu pé para trás, como igualmente o faz enquanto a trajetória é retilínea, e ainda produz a aceleração tangencial, a_{tg} , responsável pela variação, aumento no caso, da intensidade da velocidade, v .

Além disso, com base na segunda lei de Newton (ALONSO, 1972, p. 168) relacionam-se, na Equação III.1 abaixo, em módulo, a força de atrito, F_{tg} , tangente a curva, a massa, m , do(a) atleta e a aceleração tangencial, a_{tg} , ou a variação temporal da velocidade escalar, v , desenvolvida. Já na Equação III.2, as grandezas velocidade escalar, v , do(a) velocista e sua massa, m , bem como o raio, R (seguimento OP , nas Figuras 3.8 e 3.9), da trajetória curva e a força centrípeta, F_{ct} .

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{tg} = m \times a_{tg} = m \times \frac{dv}{dt} \\ F_{ct} = m \times a_{ct} = m \times \frac{v^2}{R} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{Equação III.1} \\ \text{Equação III.2} \end{array}$$

Em síntese, entende-se que seja este um legado útil aos(as) velocistas praticantes, enquadrando-se, portanto, dentre todos aqueles conhecimentos que podem ser transmitidos aos interessados, com a profundidade devida.

III.2 Um Ziguezague Inoportuno para Velocistas

Algumas largadas são tensas. Exigem não somente concentração, mas antes de tudo, muito, mais muito treinamento. Mesmo assim, não raro, atletas de alto rendimento deixam de se beneficiarem quando, após a explosiva saída do bloco, ziguezagueiam durante os primeiros segundos tanto na prova dos 100 metros rasos quanto nas provas do salto em distância e salto triplo.

Contra este comportamento impróprio, o técnico Ahylton da Conceição agia com o rigor da razão. E para combatê-lo, ele incluía nos treinamentos inúmeras repetições de saída de bloco, com o bloco situado sobre a linha divisória das raias. Com isto, esperava condicionar seus atletas, inclusive o autor, a correr em linha reta, sem ziguezague, não deixando, assim, que se perdessem os preciosos milésimos de segundos os quais, um percurso maior decerto encobriria. Deste modo, com mais este pequeno detalhe, contribuía para resultados desejáveis e não depreciativos.

Sem dúvida isto vale uma demonstração. Por isso, a fim de esclarecer, a seguir comparam-se as performances de dois *atletas modelos* imaginários (Figura III.10).

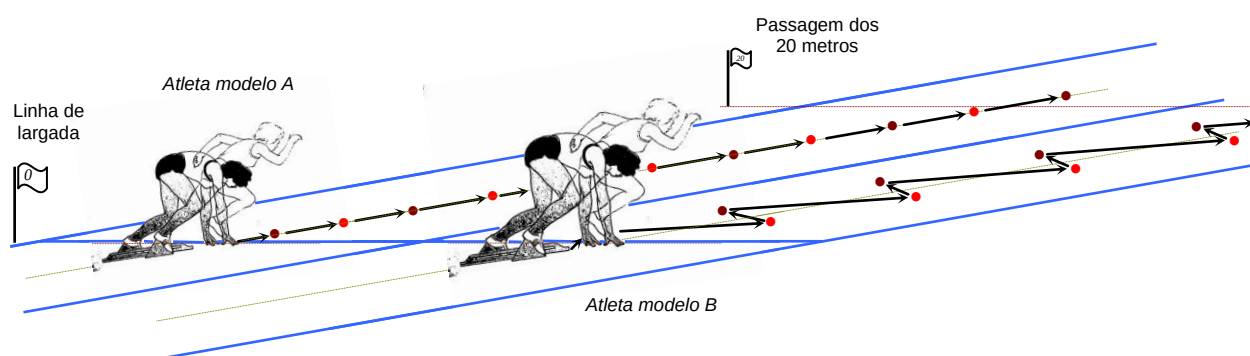


Figura III.10 – Corrida em pista reta e plana com e sem ziguezague.

O *atleta modelo A*, com o melhor tempo brasileiro nos 100 metros rasos, 10,00 segundos cravados (tempo eletrônico, semelhantemente ao tempo do recordista Robson Caetano da Silva em 1988, no México, segundo a CBA¹⁶³), percorre os primeiros 20 metros da prova sem ziguezaguear. O segundo atleta, o *atleta modelo B*, no entanto, ao invés de correr em linha reta como o fez o *atleta modelo A*, inadvertidamente, desloca-se todo ziguezagueante.

Apesar da saída impecável de ambos, sem desvios de simultaneidade na precisão de centésimos dos cronômetros utilizados (partida eletrônica), com consistência, os cálculos levarão os juízes a acusarem a mesma velocidade média para os dois. Enfim, empatados.

Mas se o *atleta modelo B* percorreu um espaço maior no mesmo tempo que o *atleta modelo A*, deveria, por isso, ter uma velocidade média maior e, por conseguinte, ganhar a prova. E de fato. Só que no Atletismo, as metragens já estão definidas. Sendo assim, não se computam “doações”, pois o que vale, no caso, é o menor tempo. O mesmo ocorre nos saltos em altura e com vara, quando os(as) atletas vão além ou muito além da posição dos respectivos sarrafos. São as regras. Injustas ou não, os acréscimos sobre sarrafos e percursos não são registrados, em que pese o estágio da tecnologia dos dias de hoje (2009).



Figura III.11 – Prova de barreira com vistas a Pequim 2008.

Então, se argumentos como o de aproveitamento dos acréscimos sobre os sarrafos dos saltos em altura e com vara, a partir de dispositivos eletrônicos de detecção, não sejam suficientes para alterar as regras, que se passe rente aos sarrafos. Se pular sobre as barreiras (Figura III.11)¹⁶⁴, indo-se muito acima das metragens convencionadas para as provas de 100 e 400 metros com barreiras (feminino), 110 e 400 metros com barreiras (masculino) ou 3000

¹⁶³ Recordes. Recordes Brasileiros Masculino. Disponível em: < http://www.cbat.org.br/estatisticas/recordes/recordes_quadro.asp?id=10 >. Acesso em: 16 mai. 2009.

¹⁶⁴ Prova de 400m com barreiras (feminino). Disponível em: < <http://omundoempequim.blogspot.com/2008/07/400m-com-barreiras-feminino-e-masculino.html> >. Acesso em: 22 mai. 2009.

metros com obstáculos (masculino e feminino), amplia os tempos das respectivas provas, que se passe então rente as barreiras. Se correr em ziguezague leva a um percurso maior e reduz as chances de recorde, corra-se em linha reta.

Afinal, segundo SERRÃO (1967, p. 38), “[...] [em] *qualquer triângulo [plano], cada lado é menor do que a soma dos outros dois e maior do que a sua diferença.*”. Assim, afirma o autor, se a corrida em ziguezague permite sequenciar triângulos no plano por seus vértices, de modo a manter o maior lado alinhado, para um número arbitrário de triângulos, a soma destes lados retos será menor do que a soma de todos os outros dois. Daí, nas simulações de triângulos sequenciados $\triangle OAP$, $\triangle PBQ$, $\triangle QCR$ e $\triangle RDS$ (etc.), Figuras III.12 e III.13 a seguir, a soma dos lados OP , PQ , QR e RS (etc.), será menor que a soma dos lados OA , AP , PB , BQ , QC , CR , RD e DS (etc.). Nos esquemas I, II e III, simulam-se as superposições das trajetórias proposta na Figura III.10. Neles o ziguezague do *atleta modelo B*, tem amplitude constante.

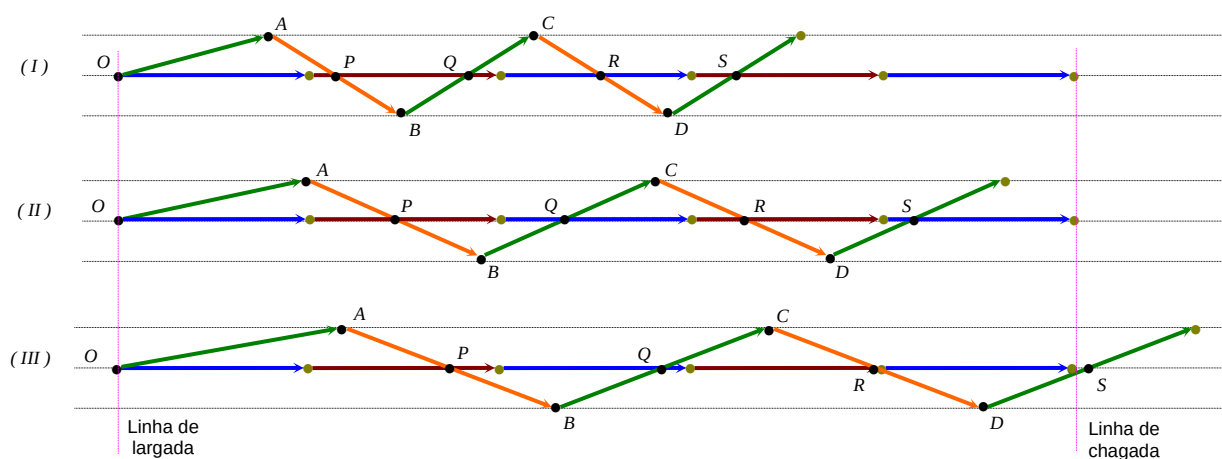


Figura III.12 – Esquema da superposição, em três etapas, de corridas em ziguezague e em linha reta.

Já na Figura III.13, nos esquemas IV, V, e VI que simulam as mesmas superposições, o ziguezague apresentado é proporcional a extensão das passadas. Enquanto as passadas do *atleta modelo B*, em IV, foram relativamente menores daquelas do *atleta modelo A*, a amplitude do ziguezague reduziu-se; quando as passadas aumentaram, em VI, o afastamento lateral ampliou-se. Na sequência, os esquemas II e V, idênticos, foram as referências. Neles as passadas e as amplitudes dos ziguezagues são iguais.

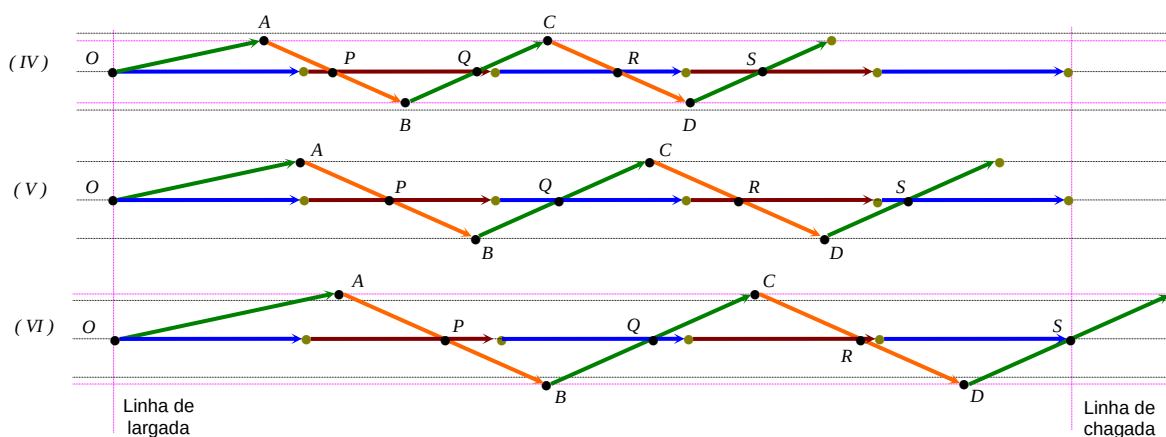


Figura III.13 – Esquema da superposição, em três etapas, de corridas em ziguezague e em linha reta.

Por conseguinte, percebe-se nos esquemas II e V que o *atleta modelo B* perde a corrida exclusivamente por conta dos ziguezagues, já que manteve, no mesmo tempo, igual número de passadas idênticas as do *atleta modelo A*. Nos esquemas I e IV, além dos ziguezagues, somou-se à derrota do *atleta modelo B*, o encurtamento das passadas. Entretanto, nos esquemas III e VI, apesar dos ziguezagues, a vitória do *atleta modelo B* se deu por razão do alargamento das passadas, fruto de sua inclinação à frente, independentemente da maior amplitude das oscilações, mas com o prejuízo por ter alcançado um tempo maior para o trajeto, tempo este que seria menor não fossem os ziguezagues.

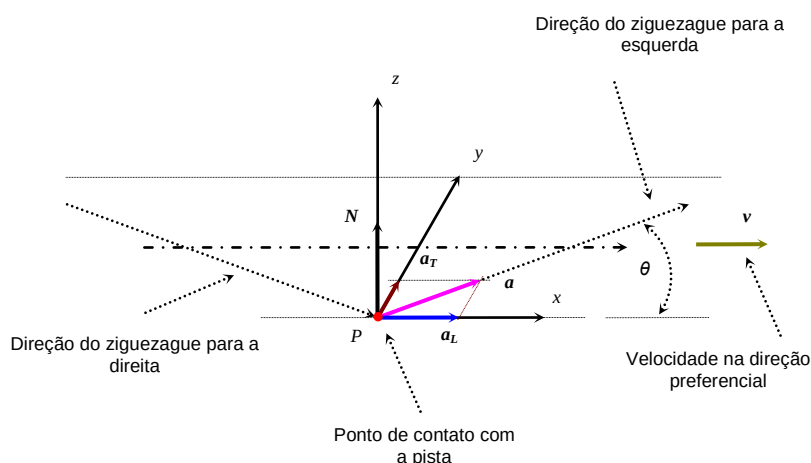


Figura III.14 – Decomposição da aceleração do movimento.

Quando do início deste imprudente ziguezaguear, se a direção efetiva do contato do(a) atleta com a pista, por meio da sapatilha-de-prego ou de seu pé, não apontar objetivamente na direção da corrida, o ângulo, θ (teta), entre estas duas direções, se maior que zero, reduzirá a componente da aceleração longitudinal, a_L ($a_L = a \cdot \cos \theta$), devido o surgimento de uma aceleração transversal, a_T ($a_T = a \cdot \sin \theta$), inconveniente e isto afetará a velocidade, v , com a qual o percurso deveria ser explorado. Sua justificativa pode ser encontrada na segunda lei de Newton (Equação III.1), onde a força de atrito estático, F_{ae} , reação do solo juntamente com a força normal, N , divide-se como mostra a Figura III.14 anterior, mesmo estando na reta. Como afirmava o técnico Ahylton da Conceição, “[...] [a] posição do pé deverá estar na direção do deslocamento.” (CONCEIÇÃO, 1974, p. 4).

III.3 A Gravidade, o Atrito e a Amplitude das Passadas

Nos esquemas III e VI das Figuras III.12 e III.13 anteriores, constatou-se vantagem devido à amplidão das passadas mantidas durante a competição. Semelhante benefício é possível quando, durante a corrida, o(a) atleta projeta seu tronco à frente, de modo a se deixar puxar adiante pela ação gravitacional, como, aliás, comentou-se no parágrafo relativo às Figuras III.19 e III.20¹⁶⁵, esta reproduzida a seguir (Figura III.15).

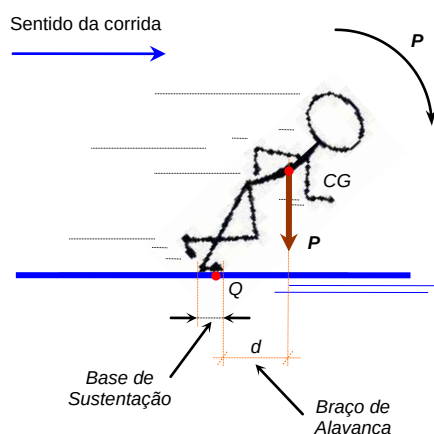


Figura III.15 – Postura do atleta com inclinação à frente.

Todavia, a postura esboçada nesta figura somente é possível, sem escorregadelas, mediante o grande atrito (não exibido na figura) existente entre a sapatilha-de-prego e o piso

¹⁶⁵ Cf. item II.2.2.2.

sintético comum nas provas de pista. Deste modo, ao lançar o tronco para frente, o(a) atleta tende a cair em virtude da linha de ação de seu peso próprio, **P**, se projetar ortogonalmente fora da base de sustentação de seu corpo. Neste momento, numa atitude preventiva, eleva-se o joelho ao máximo e na cadência da rapidez com que se desenvolve o movimento à frente, empurrando o chão para trás enquanto distende-se a perna apoiada, flutua-se em seguida, conforme descreve PERELMAN (1971, pp. 31-32), por meio da Figura II.18¹⁶⁶.

Para este treinamento específico, o técnico Ahyilton da Conceição utilizava-se da corrida em diagonal tanto nas arquibancadas quanto no campo da sede do Botafogo de Futebol e Regatas em General Severiano, no Rio de Janeiro, numa pretensiosa imitação dos amplos saltos dos cangurus australianos, analogamente ao para-atleta Antônio Delfino de Souza¹⁶⁷, Figura III.16. E, incansavelmente, repetia: “[...] *vocês precisam sair do chão*”.



Figura III.16 – Atleta em treinamento de elevação de perna.

¹⁶⁶ Cf. item II.2.2.2.

¹⁶⁷ Antônio Delfino de Souza.

“Nascido em 71, na cidade piauiense de Redenção, Delfino teve parte de seu braço direito amputado após um acidente de trabalho no campo onde era lavrador. Em 1999, começou nas corridas de Rua em Brasília, onde mora há 15 anos. Delfino é o recordista mundial dos 400m rasos, na classe T46. Em sua carreira, conquistou três medalhas paraolímpicas sendo duas de ouro e uma de prata. Em Atenas, em 2004, venceu nos 400m e 200m rasos. Sua velocidade lhe garantiu medalha de prata em sua primeira Paraolimpíada, em Sydney, em 2000. No Parapan-americano de Mar Del Plata, em 2003, Delfino conquistou mais três ouros para o Brasil, nos 100, 200 e 400m rasos. No Parapan do Rio, em 2007, conquistou prata nos 100m e nos 200m. O atleta no futuro quer ajudar os mais necessitados e passar seus conhecimentos.” Comitê Paraolímpico Brasileiro. Disponível em: < <http://www.cpb.org.br/home/perfil-dos-atletas/atletismo/antonio-delfino-de-souza> >. Acesso em: 29 mai. 2009.

III.4 Considerações

Durante as provas oficiais do Atletismo nos Jogos Olímpicos, algumas medições físicas são realizadas. Medidas de tempo, distância, altura e velocidade do vento são as mais corriqueiras. Outras, no entanto, para cumprimento das regras vigentes, poderiam ser solicitadas ou determinadas pelos árbitros, como as medidas das massas (ou pesos) dos artefatos, tais como o dardo, o martelo ou o peso. O centro de massa do dardo e até mesmo, num exagero extremo, a granulometria ou densidade da areia contida na caixa de areia dos saltos horizontais.

Contudo, ainda na atualidade, depara-se com situações adversas como as descritas pelo físico P. Kirkpatrick que, conforme ÁLVARES (1992, pp. 146-149), com propriedade, critica os processos de medições, lançando sobre estes suspeitas quanto ao nivelamento dos terrenos nas provas de arremesso de peso e similares, martelo, disco e dardo. Da precisão dos cronômetros e dos sistemas eletrônicos a eles interligados, quando das largadas das provas de pista, particularmente daquelas escalonadas efetuadas nas curvas. Ou ainda, na comparação de resultados e recordes olímpicos devido à variação sofrida pela gravidade local, estudada no Capítulo I¹⁶⁸.

No entanto, não há dúvidas quanto à busca de meios tecnológicos que contribuam efetivamente para os estudos da melhoria dos resultados atléticos. Acredita-se que a criação de um dispositivo baseado na transdução dos pulsos elétricos gerados pelas tensões de compressão exercidas pelo(a) atleta ao longo do corredor de aproximação, no salto em distância ou em uma corrida outra qualquer, seja relevante. Desta maneira, com a utilização de sensores piezoelétricos (“células de cargas”), poder-se-ia registrar as durações e as variações da corrente elétrica do arranjo, vindo assim não somente aferir a impulsão do atleta nos saltitar das corridas, sua força sobre o solo, sua aceleração, sua velocidade ou outras grandezas, bem como contribuir com a Biomecânica.

Segundo a “Regra 128. 2” (CBAAt, 2002-2003, pp. 81-82)¹⁶⁹ ou “Regra 129.3” (FAERGS, 2006-2007, p. 6)¹⁷⁰:

“O Árbitro de Partida deverá colocar-se de tal maneira que tenha o controle visual de todos os competidores durante o desenrolar da partida. É recomendado, especialmente para as saídas escalonadas, que alto-falantes sejam utilizados em raias individuais para transmitir os comandos aos participantes.

¹⁶⁸ Cf. itens I.2, I.3, I.4, I.5 e I.6.

¹⁶⁹ CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO: *regras oficiais de atletismo*, op. cit., pp. 81-82.

¹⁷⁰ FAERGS; op. cit., p. 6. Disponível em: < <http://www.faergs.org.br/REGRAS.pdf> >. Acesso em: 13 dez. 2008.

Nota: O Árbitro de Partida deve posicionar-se de maneira que todos os participantes estejam em seu ângulo de visão. Para corridas com saídas baixas é necessário que ele então se posicione de modo que possa verificar que todos os participantes estejam corretamente posicionados em seus lugares antes do disparo da pistola ou do aparelho de partida aprovado. Quando alto-falantes não são usados em corridas escalonadas, o Árbitro de Partida deverá posicionar-se de maneira que a distância entre ele e cada competidor seja aproximadamente a mesma. Quando, entretanto, o Árbitro de Partida não puder se posicionar em tal posição, o revólver ou aparelho de partida aprovado deverá ser posicionado na posição correta e disparado por controle remoto.”.

O trecho descrito acima consta das regras oficiais divulgadas pela IAAF, porém, tais cuidados não desfazem as críticas de Kirkpatrick, até porque, em competições de “menor importância” não se vê alto-falante junto aos blocos nas corridas escalonadas. Outra apreciação cabível diz respeito à área dos lançamentos/arremessos, não quanto ao desnivelamento do terreno em que se arremessam/lançam os pesos e martelos, mas quanto à resistência à penetração que este terreno possa oferecer, uma vez que na área em uso, pela extensão, partes menos resistente permitiriam maior penetração do peso, podendo sobrevir, deste modo, erros grosseiros na aferição do arremesso como indica a Figura III.17.

Nesta Figura III.17, simulou-se um peso de massa igual a 7,260 kg, “[...] [peso] mínimo [...] admitido [para] competição e homologação de recordes”, com diâmetro de 120 milímetros (média entre 110 mm e 130 mm), previstos na “Regra 188.5” (CBAAt, 2002-2003, p. 159) ¹⁷¹. Neste ensaio, admitiu-se o *peso A* caindo sobre a parte resistente do setor de arremesso, enquanto o *peso B*, caindo na parte menos resistente. Com isso, observa-se o *peso B* mais atolado no terreno do que o *peso A*. O erro Δr , passivo de ser cometido na aferição, será

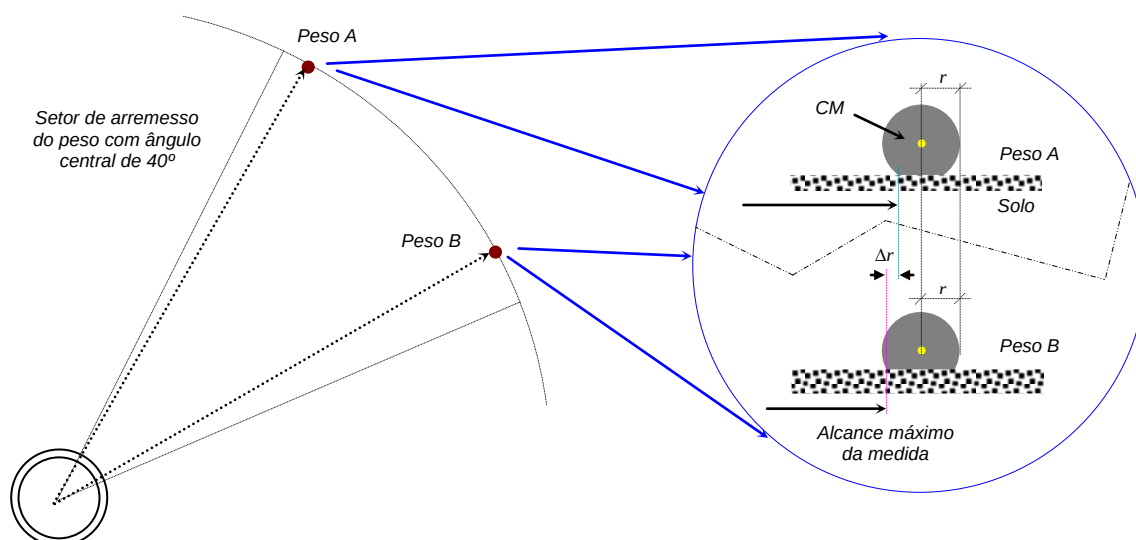


Figura III.17 – Detalhes do lançamento do peso.

¹⁷¹ CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO: *regras oficiais de atletismo*, op. cit., p. 159.

máximo quando $\Delta r = r$. Em síntese, apesar de os *CM* de ambos os pesos estarem sobre o mesmo arco e, portanto, igualmente afastados do centro do círculo de arremesso dos pesos, a medida alcançada pelo arremessador do *peso B*, será Δr menor do que a medida alcançada pelo arremessador do *peso A*. Sendo assim, semelhante erro somente será corrigido se a medição for efetuada pelo centro de massa dos pesos utilizados, ou seja, pelo centro da calota esférica moldada no solo e não pelo ponto da circunferência de círculo que tangencia horizontalmente o terreno, mais próximo do círculo de arremesso.

A despeito de ser um erro da ordem de, no máximo, 60 mm (6,0 cm) para o diâmetro adotado ou de 65 mm (6,5 cm) para um peso com 130 mm, o recorde mundial do americano Randy Barnes¹⁷², de 23,12 metros, conquistados em Los Angeles em 20 de maio de 1990 estaria prejudicado se tais fatos ocorressem.

¹⁷² Recordes. Recordes Brasileiros Masculino. Disponível em:
< http://www.cbaf.org.br/estatisticas/recordes/recordes_quadro.asp?id=10 >. Acesso em: 16 mai. 2009.

CAPÍTULO IV

ALGUNS ASPECTOS RELEVANTES DAS POLÍTICAS PÚBLICAS VOLTADAS PARA O APRIMORAMENTO DO ATLETA DE ALTO RENDIMENTO

IV.1 De 1851 aos Tempos Atuais. Um Breve Relato

Há oitenta e nove anos, em 1920, o Brasil participava, pela primeira vez, de uma Olimpíada; eram os VII Jogos Olímpicos de Verão da Antuérpia, na Bélgica¹⁷³. Naquela oportunidade, sem a presença feminina, a Delegação Brasileira apresentava-se com vinte e um atletas e, ao conquistar três medalhas ao todo¹⁷⁴, obtinha a décima quinta colocação de um total de vinte e nove países participantes. Daquela ocasião até a presente data, 2009, ocorreriam vinte e três Jogos quadrianuais dos quais, por problemas econômicos à época, o Brasil só não participaria dos IX Jogos Olímpicos de Verão de Amsterdã, Holanda, em 1928.¹⁷⁵

Vinte e um anos foram necessários desde 1920 para que, em 1941, um ano após os XII Jogos Olímpicos de Verão de 1940, não ocorrido, surgisse o “[...] primeiro documento legal a pensar diretrizes e bases para o esporte brasileiro.”¹⁷⁶. Entrava em vigor, naquele momento, na data de sua publicação, 14 de abril de 1941, sancionado pelo então Presidente Getúlio Vargas, o Decreto-Lei número 3.199, que estabelecia as bases de organização dos Desportos em todo o país,¹⁷⁷ noventa anos após a obrigatoriedade de 1851, imposta na Reforma do Ministro Couto Ferraz “[...] a qual [...] [tornava] obrigatória a Educação Física nas escolas do município da Corte.”¹⁷⁸.

Nos anos que se seguiram a 1941, com as mudanças sensíveis ocorridas entre sociedade e Estado, conforme afirma PIMENTEL (2007, p. 41), avanços passaram a constar pouco a pouco das bases estabelecidas para a organização dos Desportos no país. Atualmente, por meio de Leis, Decretos e suas Alterações são possíveis constatar o inegável

¹⁷³ QUADRO DE MEDALHAS. VII Jogos Olímpicos de Verão – Antuérpia, Bélgica, 1920. Disponível em: < <http://www.quadrode Medalhas.com/olimpiadas/jogos-olimpicos-verao-1920-antuerpia.htm> >. Acesso em 2 dez. 2007.

¹⁷⁴ Medalhas conquistadas: 1 ouro – Guilherme Paraense (tiro esportivo pistola 25 m), 1 prata – Afrânio Costa (tiro esportivo pistola livre 50 m) e 1 bronze – Afrânio Costa, Dário Barbosa, Fernando Soledade, Guilherme Paraense e Sebastião Worf (tiro esportivo pistola livre por equipe). Disponíveis em: < <http://esporte.hsw.uol.com.br/jogos-olimpicos2.htm> >. Acesso em: 2 dez. 2007 e < http://www.portalbrasil.eti.br/esportes_olimpiadas_atletas_medalhas.htm >. Acesso em: 6 dez. 2007.

¹⁷⁵ QUADRO DE MEDALHAS. VII Jogos Olímpicos de Verão – Amsterdã, Holanda, 1928. Disponível em <<http://www.quadrode Medalhas.com/olimpiadas/jogos-olimpicos-verao-1928-amsterda.htm>>. Acesso em: 2 dez. 2007.

¹⁷⁶ BRASIL. CÂMARA DOS DEPUTADOS. Departamento de Taquigrafia, Revisão e Redação. Núcleo de Redação Final em Comissões. Texto com Redação Final. Disponível em: < <http://www2.camara.gov.br/comissoes/temporarias/especial/pl487401/notas/pl487401nt260405.pdf> >. Acesso em: 2 dez. 2007.

¹⁷⁷ BRASIL. SENADO FEDERAL. DECRETO-LEI N. 3.199 – DE 14 DE ABRIL DE 1941. Subsecretaria de Informações. Disponível em: < <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=152593> >. Acesso em 2 dez. 2007.

¹⁷⁸ BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental, *Parâmetros curriculares nacionais: Educação Física*, Brasília, MEC/SEF, 1997, p. 20.

empenho legítimo dos legisladores e demais envolvidos com Desportos, mesmo quando refutados, como argumenta Alberto PUGA (2002, p. 2) ao citá-los em seu trabalho “*Ética e Contemporaneidade*”:

“[...] Carvalho (CARVALHO, 2000, p. 35), [sustenta que] a Constituição, ‘não tratou de uma divisão do desporto em profissional e não-profissional, porque o desporto é apenas um’ [(referindo-se ao Desporto de rendimento e a Constituição), e acrescenta], Melo Silva (SILVA, 2001, p. 44) [...] diz que o legislador deixou ‘a latere o desporto para centrar-se no atleta, pois o profissional ou não-profissional não é desporto, e sim o praticante ou a sua organização.’ [...]”.

Para melhor contextualizar este breve histórico sobre as Políticas Públicas de então, iniciado pelo Decreto-Lei 3.199 já mencionado, à cronologia desses avanços, alguns acréscimos acumulam-se na Lei número 6.251, de 8 de outubro de 1975, que institui normas gerais sobre desportos e dá outras providências regulamentadas no Decreto 80.258, de 25 de agosto de 1977; na Constituição de 1988, através de seu artigo 217; na Lei número 8.672, de 7 de julho de 1993, também denominada Lei Zico e regulamentada pelo Decreto número 981, de 11 de novembro de 1993, pela medida Provisória número 931, de 1º de março de 1995 e pela Resolução número 1, de 17 de outubro de 1996 que regulamenta o artigo 26; na Lei número 9.615, de 25 de março de 1998, a intitulada Lei Pelé e regulamentada pelo Decreto número 2.574, de 29 de abril do mesmo ano; na Lei 10.264, de 16 de julho de 2001, chamada Lei Agnelo Piva, que acrescenta inciso e parágrafos ao Artigo 56 da Lei Pelé; no Estatuto do Esporte, Projeto de Lei de 2001; e na Lei número 11.438, de 29 de dezembro de 2006, que trata dos incentivos e benefícios para fomentar as atividades de caráter desportivo, regulamentada pelo Decreto número 6.180, de 3 de agosto de 2007; mas também nos últimos números dos XXVIII Jogos Olímpicos de Verão de Atenas, Grécia, 2004¹⁷⁹, quando o Brasil, agora com duzentos e quarenta e sete atletas (1.176,2% de atletas a mais que em 1920) dentre os quais, cento e vinte e duas mulheres (contra nenhuma mulher, daquela ocasião), participam de vinte e dois esportes contra três esportes de 1920 (aumento de 700%) e classifica-se em décimo sexto lugar (uma posição abaixo daquela conseguida), num total de duzentos e um países presentes, ao conquistar dez medalhas, sendo cinco de ouro, duas de prata e três de bronze (aumentos de 500, 200 e 300 por cento, respectivamente)¹⁸⁰. Diante desse quadro, portanto, é valioso frisar que, uma vez mantida as condições de outrora,

¹⁷⁹ QUADRO DE MEDALHAS. XXVIII Jogos Olímpicos de Verão – Atenas, Grécia, 2004. Disponível em: < <http://www.quadrodemedalhas.com/olimpiadas/jogos-olimpicos-verao-2004-atenas.htm> >. Acesso em: 6 dez. 2007.

¹⁸⁰ Medalhas conquistadas: 1 ouro – Rodrigo Pessoa (hipismo – saltos); 1 ouro – Torben Grael e Marcelo Ferreira (vela – star); 1 ouro – Robert Scheidt (laser masculino); 1 ouro – Giba, Serginho, Ricardinho, André Heller, André Nascimento, Gustavo, Maurício, Dante, Giovane (vôlei masculino); 1 ouro – Ricardo Santos e Emanuel Rego (vôlei de praia masculino); 1 prata – Equipe de futebol feminino (futebol feminino); 1 prata – Adriana Behar e Shelda Bede (vôlei de praia feminino); 1 bronze – Vanderlei Cordeiro de Lima (atletismo maratona masculino); 1 bronze – Leandro Guilheiro (leve masculino); 1 bronze – Flávio Canto (meio-médio masculino). Disponíveis em: < <http://esporte.hsw.uol.com.br/jogos-olimpicos2.htm> >. Acesso em: 2 dez. 2007 e < http://www.portalbrasil.eti.br/esportes_olimpiadas_atletas_medalhas.htm > Acesso em: 6 dez. 2007.

relativamente aos demais países, supostos igualmente condicionados como antes, o Brasil obteria a centésima quadragésima quarta posição.

Em Pequim, nos XXIX Jogos Olímpicos de Verão de 2008, apesar da modesta presença de 2,64% do total de 10.500 atletas olímpicos, o Brasil bate mais um recorde ao competir com 277 atletas. Agora, as 132 presenças femininas totalizam 47,7% da delegação brasileira, outro recorde, com 6 medalhas no total dentre as quais 2 de ouro. Para os homens, 145 atletas ou 52,3% da delegação, 9 foram as medalhas sendo 1 de ouro. Em vigésimo terceiro lugar entre 204 nações participantes, o Brasil fica dentro do grupo seleto daqueles países que conquistaram medalhas de ouro, 87 ao todo. Das 28 modalidades em 2004 passou-se agora para 32, ou seja, 14,3% a mais, portanto, não restam dúvidas quanto ao crescimento dos últimos quatro anos¹⁸¹.

No gráfico da Figura IV.1 a seguir, a Curva de Desempenho do Brasil nos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna de 1920 a 2008 mostra a relação entre o número adimensional IRD - Índice Relativo de Desempenho, como se denominou, e as datas em que o Brasil participou enquanto uma Nação Olímpica. Esse índice permitiu classificar a atuação do país nos Jogos com base nos fatores a eles relacionados, tais como o número de nações participantes, o total de atletas olímpicos, os esportes que compuseram a edição avaliada, os eventos esportivos por desporto praticado e o somatório individual das medalhas ouro, prata e bronze de premiações. Isto, tanto para a entidade Olímpica quanto para a entidade Brasil.

¹⁸¹ QUADRO DE MEDALHAS. XXIX Jogos Olímpicos de Verão – Pequim, China, 2008. Disponíveis em: < <http://www.quadrodemedalhas.com/olimpiadas/jogos-olimpicos-pequim-2008/brasil-jogos-olimpicos-pequim-2008.htm> >. Acesso em: 21 abr. 2009.

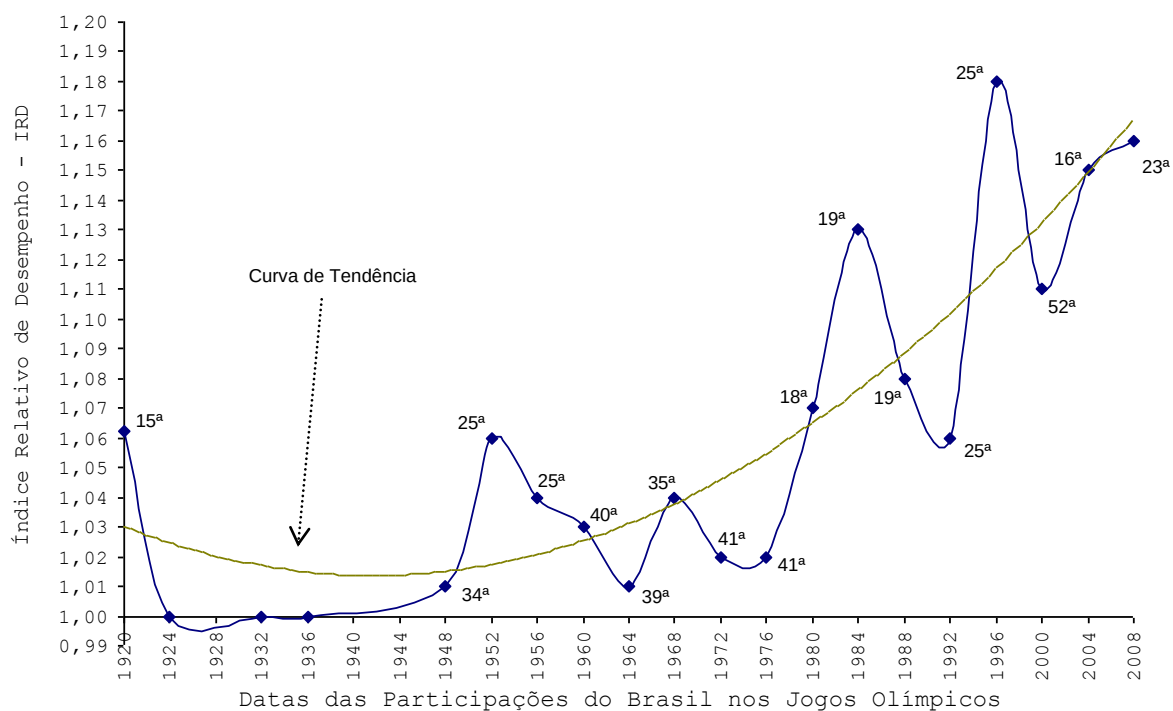


Figura IV.1 – Curva de desempenho do Brasil nos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna de 1920 a 2008, com base no IRD.

No cálculo do IRD correspondente aos anos de participação, para um $IRD \geq 1$, utilizou-se a expressão dada abaixo (Equação IV.1), como descrita a seguir:

$$IRD = \left(\frac{\frac{E_v O}{E_s O}}{\frac{NB}{NO} \times \frac{AB}{AO} \times \frac{E_v B}{E_s B}} \right)^{\frac{3 \times \frac{OB}{OO} + 2 \times \frac{PB}{PO} + 1 \times \frac{BB}{BO}}{6}} \quad \text{Equação IV.1}$$

Onde,

NB	→	Nação Brasileira	NO	→	Nações Olímpicas
AB	→	Atletas Brasileiros	AO	→	Atletas Olímpicos
$E_s B$	→	Esportes Brasileiros	$E_s O$	→	Esportes Olímpicos
$E_v B$	→	Eventos Brasileiros	$E_v O$	→	Eventos Olímpicos
OB	→	Ouro Brasileiro	OO	→	Ouro Olímpico
PB	→	Prata Brasileira	PO	→	Prata Olímpica
BB	→	Bronze Brasileiro	BO	→	Bronze Olímpico

A curva assim traçada procurou tirar de cena a conveniente classificação por quantidade de medalhas ordenadas do ouro ao bronze e que, como se vê pela presença dos numerais ordinais, é imprópria e não realça o efetivo desempenho dos desportistas. A curva exhibe ainda os anos em que não ocorreram os Jogos como 1940 e 1944 devido a Segunda Grande Guerra Mundial, bem como o ano em que o Brasil não participou por problemas econômicos, 1928. Nos anos em que si quer obteve-se classificação, 1924, 1932 e 1936, o índice relativo de desempenho, por convenção, registra o número um. Por outro lado, a linha poligonal descreve a tendência do conjunto de desempenhos.

Sem a mesma tradição, no entanto, mas participando desde 1992, com sessenta e oito anos de atraso desde os I Jogos Olímpicos de Inverno de Chamonix, na França de 1924, o Brasil enfim marca com destaque – na verdade ainda acanhada – a participação nos XXII Jogos Olímpicos de Inverno de Turim, Itália, em 2006, ao ver uma de suas atletas¹⁸² classificada em nono lugar na prova de *Snowboard-boardercross*, deixando assim uma boa expectativa para 2010 em Vancouver, Canadá, quando ocorrerão os próximos Jogos de Inverno.

IV.2 Políticas Públicas Pertinentes

Em todas as demonstrações desportivas, sejam elas *educacionais*, de *participação* ou de *rendimento*¹⁸³, independente de suas estruturações quanto às formas *profissional*, *não-profissional*, *semiprofissional* ou *amadora*¹⁸⁴, estas, específicas para as práticas do “*desporto de rendimento*” e determinantes “*como direito individual*”, estabelece o legislador como um dos princípios básicos, que a “[...] *qualidade*, [deve ser] *assegurada pela valorização dos resultados desportivos*, [e] *educativos* [...]” (Lei Pelé, 1998)¹⁸⁵. (Grifo nosso)

Para isto, a capacitação de professores de educação física, de técnicos de desportos e de cientistas desportivos, considerados no corpo da Lei como “[...] *recursos humanos*”, mais o apoio a projetos de pesquisa, tanto para o desporto educacional – “[...] *praticado nos sistemas de ensino e em formas assistemáticas de educação* [...] com a finalidade de alcançar o

¹⁸² Atleta carioca Isabel Clark classifica-se em nono lugar na prova de *Snowboard-boardercross* dos XXII Jogos Olímpicos de Inverno de Turim, Itália, 2006, superando atletas rivais de países com mais tradição na modalidade. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Jogos_Ol%C3%ADmpicos_de_Inverno >. Acesso em: 10 dez. 2007.

¹⁸³ BRASIL. Lei n. 9.615, de 24 de março de 1998 (Lei Pelé). Incisos I, II e III do Artigo 3º do CAPÍTULO III – DA NATUREZA E DAS FINALIDADES DO ESPORTE. Disponível em: < <http://www.010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/42/1998/9615.htm> >. Acesso em: 2 dez. 2007.

¹⁸⁴ BRASIL. Lei n. 9.615, de 24 de março de 1998 (Lei Pelé). Parágrafo Único, *loc. cit.*

¹⁸⁵ BRASIL. Lei n. 9.615, de 24 de março de 1998 (Lei Pelé). Inciso IX do Artigo 2º do CAPÍTULO II – DOS PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS, presentes na Lei Pelé. Disponível em: < <http://www.010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/42/1998/9615.htm> >. Acesso em: 2 dez. 2007.

desenvolvimento integral do indivíduo e a sua formação para o exercício da cidadania [...]”¹⁸⁶ – quanto para o desporto de rendimento – “[...] praticado segundo normas gerais [...] [de] regras [e] práticas desportivas, nacionais e internacionais, com a finalidade de obter resultados e integrar pessoas e comunidades do País e estas com as de outras nações.”¹⁸⁷, terão os recursos deduzidos, dentre outros destinos, dos 15% destinados ao Ministério do Esporte, oriundos da arrecadação obtida em cada teste da Loteria Esportiva Federal, salvo melhor entendimento (Artigos 7º e 8º da SEÇÃO II, Lei Pelé).

Outrossim, em seu Artigo 9º e parágrafos (Lei Pelé), o legislador manifesta-se quanto à destinação anual, para cada Comitê, da renda líquida total de um dos testes da Loteria Esportiva Federal para as despesas com “[...] *treinamento e competições preparatórias das equipes olímpicas e paraolímpica nacionais [...]*”, ficando a cargo dos gestores Comitê Olímpico Brasileiro – COB e Comitê Paraolímpico Brasileiro (sem sigla oficial), individualmente, as responsabilidades de tais quantias. Para cada Comitê, COB e Comitê Paraolímpico Brasileiro, individualmente, serão ainda destinados uma segunda renda de um segundo teste da Loteria Esportiva Federal para o custeio das participações de delegações nacionais nos eventos dos Jogos Olímpicos de Verão e Inverno e dos Jogos Pan-Americanos, nos anos de suas respectivas ocorrências.

Apesar de a “[...] *especialização precoce*”, causada pela “[...] [iniciação do] *indivíduo prematuramente no esporte*” e o “[...] *caça talento*” efetivado pela “[...] [procura de] *talentos dentro do esporte escolar*”, não encaixarem-se nos argumentos das análises pedagógicas e metodológicas “[...] [do] *ensino [...] dentro do contexto escolar*”, como afirma OLIVEIRA (2006, p.120) em seu trabalho “*Atletismo escolar: uma proposta de ensino na educação infantil*”, “[...] *o esporte de rendimento apresenta previsão constitucional no Artigo 217 [...]*”, assevera a “*Avaliação dos Programas Brasil Potência Esportiva*”¹⁸⁸, ao transcrever que:

“É dever do Estado fomentar práticas desportivas formais e não formais, como direito de cada um, observados: [...] II – a destinação de recursos públicos para a promoção prioritária do desporto educacional e, em casos específicos, para a do desporto de alto rendimento;”. (Grifo nosso)

¹⁸⁶ BRASIL. Lei n. 9.615, de 24 de março de 1998 (Lei Pelé). Inciso I do Artigo 3º do Capítulo III – DA NATUREZA E DAS FINALIDADES DO DESPORTO. Disponível em: < <http://www.010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/42/1998/9615.htm> >. Acesso em: 2 dez. 2007.

¹⁸⁷ BRASIL. Lei n. 9.615, de 24 de março de 1998 (Lei Pelé). Inciso III do Artigo 3º do Capítulo III – DA NATUREZA E DAS FINALIDADES DO DESPORTO. Disponível em <http://www.010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/42/1998/9615.htm> (acesso 2 dez. 2007).

¹⁸⁸ BRASIL. BRASIL POTÊNCIA ESPORTIVA. Ministério do Esporte e Turismo. Avaliação dos Programas Brasil Potência Esportiva. Gerente: Maristela Medeiros Gonçalves. Disponível em: < http://www.abrasil.gov.br/avalppa/RelAvalPPA2002/content/av_prog090/prog090.htm >. Acesso em: 14 dez. 2007.

Controvérsias a parte, como o objetivo presente é levantar os subsídios próprios das Políticas Públicas de hoje, as quais possam dar sustentação a efetiva introdução curricular do conteúdo e/ou de disciplinas correlatas, ao que se intitulou *“Física Aplicada ao Desporto”*, nos programas das Instituições de Ensino Superior (ou de Ensino Médio como coadjuvante dos estudos de *“Física Aplicada a Educação Física”*) e/ou concomitantemente a projetos desportivos que atendam as manifestações desportivas previstas no Artigo 4º do Decreto Lei número 6.180, de 3 de agosto de 2007, anteriormente citado, mas que especificamente proponham o *“desenvolvimento do conhecimento”* e o emprego de mais *“[...] ciência e da tecnologia aplicadas ao esporte de alto rendimento”*, (ARANTE, 2007, pp. 1-9), no dia-a-dia desportivo, vale a pena enfatizar o dito pelo Ministério do Esporte e Turismo, por meio da *“Avaliação dos Programas Brasil Potência Esportiva”*, quando tenta mostrar a abrangência social, política e econômica desse entorno:

“O esporte de rendimento demonstra ser de grande importância para a indústria do entretenimento. [...] [Pois] o setor de esportes tem a capacidade de alavancar a atividade econômica de forma direta e indireta [...] na indústria têxtil, comunicação e entretenimento, comércios varejista e atacadista, indústria da construção civil, internet, serviços financeiros, medicina e indústria farmacêutica.”

O que talvez se justifique

“[...] pelas ações ligadas à política para o setor dos últimos dois governos federais através do INDESP [Instituto Nacional de Desenvolvimento do Desporto], que entendeu que uma das formas de dar uma contribuição para o engrandecimento esportivo do país (leia-se: conquistas esportivas, medalhas olímpicas, etc.), seria investir na investigação no âmbito das Ciências do Esporte [...]” (BRACHT, 2000/1, pp. 1-2).

O anseio nascido do âmago da sociedade da qual se estima, segundo Gaya *apud* ARANTE (2007), cerca de quatro milhões de talentos desportivos factíveis, a exigirem *“[...] implementação de legislação que proporcione fonte permanente de recursos financeiros”* (ARANTE, 2007, p.9) dos governantes por meio de Políticas Públicas em parceria com a *“[...] sociedade civil organizada”* (ARANTE, 2007), de maneira que estas apresentem eficazmente, a médio e longo prazo, resultados por intermédio de ações organizadas, articuladas e sistematizadas, e que apontem *“[...] caminhos para solução da demanda”* (ARANTE, 2007, p. 1), vêm ao encontro da *“Rede Cenesp”*, os *“Centros de Excelência Esportiva”* financiados pelo governo e *“[...] que dentre outras coisas, desenvolvem projetos no âmbito da detecção de talentos esportivos.”*, declara BRACHT(2000/1, p.15), junto as Instituições de Ensino Superior. Por conseguinte, a *“Capacitação de Recursos Humanos para o Esporte de Rendimento, [...] e a Implantação de Centros de Excelência Esportiva”*, dentre outras ações, passam a garantir os objetivos do *“Programa Potência Esportiva”* do governo federal que:

“[...] surge, portanto, com o objetivo maior de ‘Melhorar o desempenho do atleta de rendimento brasileiro em competições nacionais e internacionais e promover a imagem do País no exterior’ [...] [estimulando assim] a prática desportiva pela comunidade, especialmente pelos jovens, que passam a ter referências saudáveis e de sucesso [...]”.

IV.3 A Física Aplicada ao Desporto no Ensino Superior

Ao explicitar a metodologia a ser utilizada na busca das Instituições Nacionais de Ensino Superior que oferecem Cursos/Habilitações de Educação Física e Desporto, não se esperava um universo tão amplo como o encontrado, de 740 Instituições¹⁸⁹. Então, limitado pelo tempo previsto no cronograma de entrega do curso requerente, reduziu-se a pesquisa apenas para as 72 Instituições estabelecidas no Estado do Rio de Janeiro, ou seja, cerca de 9,7% das 740 Instituições existentes, como mostra a Tabela IV.1 a seguir.

¹⁸⁹ MEC/INEP. Cadastro das Instituições de Educação Superior - MEC/INEP. Disponível em: < <http://www.inep.gov.br/> >. Acesso em: 9 dez. 2007.

Tabela IV.1 Relação dos 72 Cursos e Instituições de Educação Superior (Educação Física e Desporto) no Rio de Janeiro

Curso / Habilitação		Instituição	Cidade / UF
1	Bacharelado em Educação Física	Universidade federal do Rio de Janeiro - UFRJ	Rio de Janeiro – RJ
2	Bacharelado em Educação Física	Centro Universitário da Cidade - UniverCidade	Rio de Janeiro – RJ
3	Docência em Educação Física	Centro Universitário Plínio Leite - UNIPLI	Niterói – RJ
4	Educação Física	Faculdades Integradas Maria Thereza - FAMATH	Niterói – RJ
5	Educação Física	Centro Universitário Moacyr Sreder Bastos - MSB	Rio de Janeiro – RJ
6	Educação Física	Centro Universitário Plínio Leite - UNIPLI	Niterói – RJ
7	Educação Física	Centro Universitário Augusto Motta - UNISUAM	Rio de Janeiro – RJ
8	Educação Física	Universidade Gama Filho - UGF	Rio de Janeiro – RJ
9	Educação Física	Instituto Superior de Educação do Município de Itaperuna - ISEMI	Itaperuna – RJ
10	Educação Física	Universidade do Grande Rio Professor José de Souza Herdy - UNIGRANRIO	Duque de Caxias – RJ
11	Educação Física	Universidade Católica de Petrópolis - UCP	Petrópolis – RJ
12	Educação Física	Faculdade Mercúrio - FAMERC	Rio de Janeiro – RJ
13	Educação Física	Universidade Federal Fluminense - UFF	Niterói – RJ
14	Educação Física	Centro Universidade de Barra Mansa - UBM	Barra Mansa – RJ
15	Educação Física	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Macaé – RJ
16	Educação Física	Faculdade Santo Antônio de Pádua - FASAP	Santo Antônio de
17	Educação Física	Centro Universidade de Barra Mansa - UBM	Barra Mansa – RJ
18	Educação Física	Universidade Iguazu - UNIG	Itaperuna – RJ
19	Educação Física	Centro Universitário Augusto Motta - UNISUAM	Rio de Janeiro – RJ
20	Educação Física	Universidade Gama Filho - UGF	Rio de Janeiro – RJ
21	Educação Física	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Macaé – RJ
22	Educação Física	Centro Universitário Fluminense - UNIFLU	Campos de
23	Educação Física	Centro Universitário metodista Bennet – Metodista do Rio	Rio de Janeiro – RJ
24	Educação Física	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ	Seropédica - RJ
25	Educação Física	Universidade Iguazu - UNIG	Nova Iguaçu – RJ
26	Educação Física	Universidade Veiga de Almeida - UVA	Cabo Frio – RJ
27	Educação Física	Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ	Rio de Janeiro – RJ
28	Educação Física	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Niterói – RJ
29	Educação Física	Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA	Volta Redonda – RJ
30	Educação Física	Abeu – Centro Universitário - UNIABEU	Belford Roxo – RJ
31	Educação Física	Centro Universitário Celso Lisboa - CAUCEL	Rio de Janeiro – RJ
32	Educação Física	Universidade Castelo Branco - UCB	Rio de Janeiro – RJ
33	Educação Física	Universidade federal do Rio de Janeiro - UFRJ	Rio de Janeiro – RJ
34	Educação Física – Bangu	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
35	Educação Física – Cabo Frio	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Cabo Frio – RJ
36	Educação Física – Campus	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
37	Educação Física – Campus	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
38	Educação Física – Campus Bangu	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
39	Educação Física – Campus Cabo Frio	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Cabo Frio – RJ
40	Educação Física – Campus Campos dos Goytacazes	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Campos de
41	Educação Física – Campus I – Rebouças	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ

Tabela IV.1 Relação dos 72 Cursos e Instituições de Educação Superior (Educação Física e Desporto) no Rio de Janeiro

Curso / Habilitação	Instituição	Cidade / UF
42 Educação Física Campus II – Barra	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
43 Educação Física Campus Ilha do Governador	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
44 Educação Física Campus Ilha do Governador	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
45 Educação Física Campus Niterói	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Niterói – RJ
46 Educação Física Campus Norte Shopping	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
47 Educação Física Campus Norte Shopping	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
48 Educação Física Campus Nova Friburgo	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Nova Friburgo – RJ
49 Educação Física Campus Nova Iguaçu	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Petrópolis – RJ
50 Educação Física Campus Petrópolis II	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Petrópolis – RJ
51 Educação Física Campus Petrópolis II	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Petrópolis – RJ
52 Educação Física Campus R9 – Taquara	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
53 Educação Física Campus R9 – Taquara	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
54 Educação Física Campus R9 – Taquara	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
55 Educação Física Campus V – Friburgo	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Nova Friburgo – RJ
56 Educação Física – Campus VII – Campus de Goytacazes	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Campos de
57 Educação Física (Ênfase em Fitness) – Campus Rebouças	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
58 Educação Física – Nova Iguaçu	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Nova Iguaçu – RJ
59 Educação Física – Rebouças	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
60 Educação Física – Rebouças	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
61 Educação Física e Desportos (Recreio)	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
62 Educação Física (EAD)	Centro Universitário da Cidade - UniverCidade	Rio de Janeiro – RJ
63 Educação Física (Ilha do Governador)	Universidade Estácio de Sá - UNESA	Rio de Janeiro – RJ
64 Educação Física (Metrô)	Centro Universitário da Cidade - UniverCidade	Rio de Janeiro – RJ
65 Educação Física (Metrô)	Centro Universitário da Cidade - UniverCidade	Rio de Janeiro – RJ
66 Educação Física (Praça Seca)	Centro Universitário da Cidade - UniverCidade	Rio de Janeiro – RJ
67 Educação Física (Praça Seca)	Centro Universitário da Cidade - UniverCidade	Rio de Janeiro – RJ
68 Educação Física (Recreio)	Universidade Castelo Branco - UCB	Rio de Janeiro – RJ
69 Educação Física (01)	Universidade Salgado de Oliveira - UNIVERSO	São Gonçalo – RJ
70 Educação Física (02)	Universidade Salgado de Oliveira - UNIVERSO	Niterói – RJ
71 Educação Física (03)	Universidade Salgado de Oliveira - UNIVERSO	Campos de
72 Licenciatura em Educação Física	Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ	Rio de Janeiro – RJ

Fonte: Cadastro das Instituições de Educação Superior – MEC / INEP. Disponível em: < http://www.educacaosuperior.inep.gov.br/funcional/lista_cursos.asp >. Acesso em: 9 dez. 2007.

Por meio de correspondências eletrônicas foram efetivadas solicitações para obtenção das respectivas relações candidato/vaga dos concursos/processos de seleção das Instituições relacionadas, contudo, não se obteve o sucesso esperado. Das Instituições *online* contactadas eletronicamente, somente 3 responderam ao apelo, num total aproximado de 4,2% dos 9,7% relativos às 72 Escolas, ressalvando-se que das 3 Instituições apenas 1, a Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, forneceu dados estatísticos parciais¹⁹⁰, como se vê a seguir (Tabela IV.2).

Tabela IV.2 — Relação Candidato x Vaga nos concursos de acesso para os Cursos de Educação Física e Desporto da UFRJ

Concurso de Acesso aos Cursos de Graduação – UFRJ 2005
Relação Candidato x Vaga antes do Teste de Habilitação Específica
Em 29/09/2004 – NCE/UFRJ

Grupo	Curso/Habilitação		Candidatos	Vagas	C / V
	Sigla	Nome			
Grupo 1	EDFB	Bacharelado em Educação Física	528	100	5,28
	EDFL	Licenciatura em Educação Física	1066	200	5,33
Totais para 2005			1594	300	5,31

Concurso de Acesso aos Cursos de Graduação – UFRJ 2006
Relação Candidato x Vaga antes do Teste de Habilitação Específica
Em 15/09/2005 – NCE/UFRJ

Grupo	Curso/Habilitação		Candidatos	Vagas	C / V
	Sigla	Nome			
Grupo 2	EFBA	Bacharelado em Educação Física	620	180	3,44
	EFLI	Licenciatura em Educação Física	959	200	4,80
Totais para 2006			1579	380	4,16
Totais para 2005 e 2006			3173	680	4,67

Fonte: Divisão de relações Públicas Coordenadoria de Comunicações da UFRJ. Disponível em: < <http://www.vestibular.ufrj.br/Estatistica/home.html> >. Acesso em: 11 dez. 2007.

Em contra partida, no *site* do Ministério da Educação – MEC e do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais – INEP, encontrou-se a relação candidato/vaga¹⁹¹ correspondente ao universo Brasil. Esta relação, agora com *layout* refeito para atender as necessidades específicas deste trabalho (Tabelas IV.3 e IV.4, a seguir) servirá somente para ilustrar a discrepância entre os “dados obtidos”.

¹⁹⁰ UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Vestibular UFRJ. Coordenação de Concursos de Acesso aos Cursos de Graduação. Disponível em: < <http://www.vestibular.ufrj.br/home.html> >. Acesso em: 9 dez. 2007.

¹⁹¹ MEC/INEP, *loc. cit.*

Tabela IV.3 — Relação de Vagas, Candidatos, Cursos, Organizações, Áreas e Programas – Brasil 2001, *por Vestibular e Outros Processos Seletivos*

Processos Seletivos																		
Número de Vagas Oferecidas, Candidatos Inscritos e Ingressos, <i>por Vestibular e Outros Processos Seletivos</i> , nos Cursos de Graduação Presenciais, <i>por Organização Acadêmica, segundo as Áreas Gerais, Áreas Detalhadas e Programas e/ou Cursos – Brasil - 2001</i>																		
Áreas Gerais, Áreas Detalhadas e Programas e/ou Cursos	Vestibular e Outros Processos Seletivos (*)																	
	Total			Universidades			Centros Universitários			Faculdades Integradas			Faculdades, Escolas e Institutos			Centros de Educação Tecnológica		
	Vagas Oferecidas	Candidatos Inscritos	Ingressos	Vagas Oferecidas	Candidatos Inscritos	Ingressos	Vagas Oferecidas	Candidatos Inscritos	Ingressos	Vagas Oferecidas	Candidatos Inscritos	Ingressos	Vagas Oferecidas	Candidatos Inscritos	Ingressos	Vagas Oferecidas	Candidatos Inscritos	Ingressos
Total	1.408.492	4.260.261	1.036.690	755.885	2.989.520	575.650	211.984	385.200	144.720	86.738	124.241	57.651	337.342	659.569	243.865	16.543	101.731	14.813
Básicos/Programas Gerais	900	3.397	741	900	3.397	741	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Educação	303.998	656.279	223.873	160.142	477.373	126.911	37.986	45.456	22.945	25.947	29.352	16.510	76.835	99.178	54.480	3.088	4.920	3.027
Formação de professores da educação básica	26280	29.615	20.358	21.569	25.374	18.119	2.910	1.633	966	280	164	110	1.220	2.124	865	301	320	298
Formação de professor de educação física para educação básica	220	446	134	-	-	-	120	145	84	-	-	-	100	301	50	-	-	-
Formação de professores de disciplinas profissionais	27.949	94.823	22.209	13.309	70.844	12.053	4.573	8.662	3.100	2.600	3.511	1.948	6.891	10.375	4.592	576	1.431	516
Formação de professor de educação física	17.376	71.487	15.699	9.113	54.532	8.552	3.343	7.410	2.632	1.815	3.197	1.760	3.105	6.348	2.755	-	-	-
Saúde e Bem-Estar Social	151.089	818.144	119.021	102.638	654.662	80.364	27.207	69.806	20.576	5.332	13.030	4.330	15.766	79.410	13.604	146	1.236	147
Saúde (cursos gerais)	18.537	45.777	14.345	12.843	34.727	9.842	2.934	6.549	2.385	500	656	410	2.260	3.845	1.717	-	-	-
Educação física	17.987	44.755	13.896	12.423	33.880	9.513	2.804	6.374	2.256	500	656	410	2.260	3.845	1.717	-	-	-
Serviços	47.144	88.629	31.656	18.840	44.583	12.769	8.141	13.787	5.630	3.019	3.227	1.521	16.834	25.041	11.430	310	1.991	306
Esportes	80	1.174	80	80	1.174	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Esportes	80	1.174	80	80	1.174	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: MEC/INEP/DAES

(*) Outros Processos Seletivos: Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), Avaliação Seriada no Ensino Médio e Outros Tipos de Seleção. Disponível em < <http://www.ensinosuperior.inep.gov.br> >. Acesso em: 11 dez. 2007.

Tabela IV.4 Relação de Vagas, Candidatos, Cursos, Organizações, Áreas e Programas – Brasil 2001, *por Vestibular*

Processos Seletivos

**Número de Vagas Oferecidas, Candidatos Inscritos e Ingressos, *por Vestibular*, nos Cursos de Graduação Presenciais,
por Organização Acadêmica, segundo as Áreas Gerais, Áreas Detalhadas e Programas e/ou Cursos – Brasil - 2001**

Áreas Gerais, Áreas Detalhadas e Programas e/ou Cursos	Vestibular e Outros Processos Seletivos (*)																	
	Total			Universidades			Centros Universitários			Faculdades Integradas			Faculdades, Escolas e Institutos			Centros de Educação Tecnológica		
	Vagas Oferecidas	Candidatos Inscritos	Ingressos	Vagas Oferecidas	Candidatos Inscritos	Ingressos	Vagas Oferecidas	Candidatos Inscritos	Ingressos	Vagas Oferecidas	Candidatos Inscritos	Ingressos	Vagas Oferecidas	Candidatos Inscritos	Ingressos	Vagas Oferecidas	Candidatos Inscritos	Ingressos
Total	1.265.175	4.009.075	944.157	682.261	2.838.232	519.968	180.981	325.594	127.296	79.486	116.783	53.191	307.097	630.429	229.757	15.050	98.037	13.945
Básicos/Programas Gerais	900	3.397	741	900	3.397	741	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Educação	258.134	603.510	192.980	131.715	439.832	104.673	30.850	38.977	19.648	23.200	26.688	14.806	69.778	93.637	51.320	2.591	4.376	2.533
Formação de professores da educação básica	14.519	19.334	10.588	11.730	16.015	9.068	1.700	1.429	770	280	164	110	809	1.726	640	-	-	-
Formação de professor de educação física para educação básica	220	446	134	-	-	-	120	145	84	-	-	-	100	301	50	-	-	-
Formação de professores de disciplinas profissionais	24.433	88.111	20.000	12.179	67.349	11.081	3.688	6.858	2.691	2.294	3.326	1.194	5.892	9.371	4.114	380	1.207	320
Formação de professor de educação física	15.988	66.968	14.665	8.538	52.151	8.062	2.848	5.683	2.296	1.675	3.064	1.649	2.927	6.070	2.658	-	-	-
Saúde e Bem-Estar Social	138.583	777.322	109.445	93.575	625.577	73.261	24.438	58.682	18.357	5.211	12.989	4.329	15.213	78.838	13.351	146	1.236	147
Saúde (cursos gerais)	16.891	41.735	12.999	11.720	32.981	8.909	2.571	4.393	2.041	500	656	410	2.100	3.705	1.639	-	-	-
Educação física	16.421	40.821	12.574	11.380	32.242	8.613	2.441	4.218	1.912	500	656	410	2.100	3.705	1.639	-	-	-
Serviços	43.164	83.144	29.814	17.626	41.859	11.888	7.026	11.652	5.012	2.879	3.174	1.496	15.323	24.468	11.112	310	1.991	306
Esportes	80	1.174	80	80	1.174	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Esportes	80	1.174	80	80	1.174	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: MEC/INEP/DAES. Disponível em < <http://www.ensinosuperior.inep.gov.br> >. Acesso em: 11 dez. 2007.

IV.3.1 O Que se Pretendia?

Tendo-se a relação candidato/vaga, fornecida pelas Instituições, chegar-se-ia, por meio de teste estatístico (ZENTGRAF, 2001, p. 468), a uma amostra representativa das “melhores” ou mais procuradas Instituições do ramo. Daí, levando-se em conta os programas e as ementas respectivas, APÊNDICE D, ter-se-ia como constatar a inclusão ou não de conteúdos de física ou mecânica, propriamente, bem como de suas apropriadas aplicações ao contexto dos programas de Educação Física e Desporto. Isto, por se entender que assim, a importância ou não desses conhecimentos estaria declarada, em conformidade com as exigências oriundas das políticas públicas de se atender a demanda constante dos programas de desportos de alto rendimento¹⁹².

IV.3.2 O Que se Obteve?

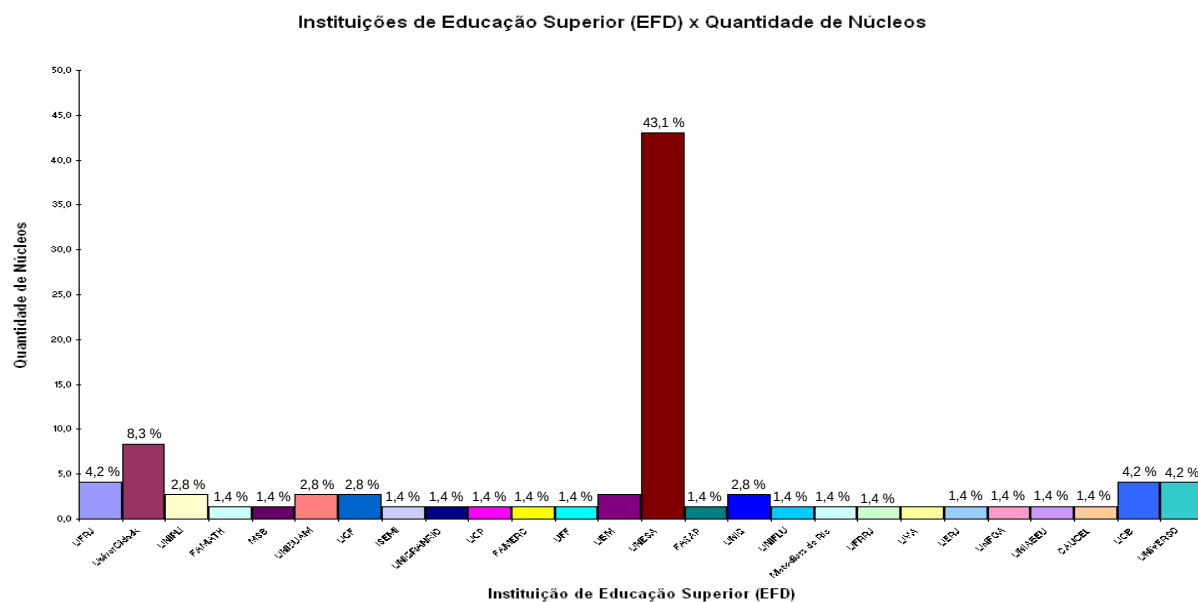
1. Avaliando-se as informações contidas na Tabela IV.1¹⁹³, nota-se, de fato, haver apenas 26 Instituições de Ensino Superior e não 72 como constam no “*Cadastro das Instituições de Educação Superior – MEC/INEP*”¹⁹⁴. Na realidade, o somatório de todos os locais de onde estas Instituições implementam seus respectivos Cursos de Educação Física e Desporto (EFD) é que totalizam 72.

A Tabela IV.5 a seguir, ilustrada pela Figura IV.2 que se antepõe, mostra as respectivas distribuições de onde se denota um percentual aproximado de 43,1% relativos aos 31 “Núcleos” sob a chancela Universidade Estácio de Sá – UNESA, e que se sobressai enormemente contra uma segunda colocação de 8,3%, aproximadamente, referentes aos 6 “Núcleos” sob a chancela Centro Universitário da Cidade – UniverCidade.

¹⁹² BRASIL. BRASIL POTÊNCIA ESPORTIVA, *loc. cit.*

¹⁹³ Cf., Tabela IV.1, Tabela IV.5 e Figura IV.2.

¹⁹⁴ MEC/INEP, *loc. cit.*



Fonte: Desenvolvido com base no Cadastro das Instituições de Educação Superior – MEC / INEP. Disponível em: < http://www.educacaosuperior.inep.gov.br/funcional/lista_cursos.asp >. Acesso em: 9 dez. 2007.

Figura IV.2 – Gráfico da Relação das Instituições de Ensino Superior (Educação Física e Desporto) e de seus Núcleos estabelecidos no Rio de Janeiro.

Tabela IV.5 — Relação dos 26 Cursos e Instituições de Educação Superior (Educação Física e Desporto) no Rio de Janeiro

	Curso / Habilitação	Instituição	Cidade / UF	Núcleo	%
1	Bacharelado em Educação Física	Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ	Rio de Janeiro – RJ	3	4,2
2	Bacharelado em Educação Física	Centro Universitário da Cidade – UniverCidade	Rio de Janeiro – RJ	6	8,3
3	Docência em Educação Física	Centro Universitário Plínio Leite – UNIPLI	Niterói – RJ	2	2,8
4	Educação Física	Faculdades Integradas Maria Thereza – FAMATH	Niterói – RJ	1	1,4
5	Educação Física	Centro Universitário Moacyr Sreder Bastas – MSB	Rio de Janeiro – RJ	1	1,4
6	Educação Física	Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM	Rio de Janeiro – RJ	2	2,8
7	Educação Física	Universidade Gama Filho – UGF	Rio de Janeiro – RJ	2	2,8
8	Educação Física	Instituto Superior de Educação do Município de Itaperuna – ISEMI	Itaperuna – RJ	1	1,4
9	Educação Física	Universidade do Grande Rio Professor José de Souza Herdy - UNIGRANRIO	Duque de Caxias – RJ	1	1,4
10	Educação Física	Universidade Católica de Petrópolis – UCP	Petrópolis – RJ	1	1,4
11	Educação Física	Faculdade Mercúrio – FAMERC	Rio de Janeiro – RJ	1	1,4
12	Educação Física	Universidade Federal Fluminense – UFF	Niterói – RJ	1	1,4
13	Educação Física	Centro Universitário de Barra Mansa – UBM	Barra Mansa – RJ	2	2,8
14	Educação Física	Universidade Estácio de Sá – UNESA	Macaé – RJ	31	43,1
15	Educação Física	Faculdade Santo Antônio de Pádua – FASAP	Santo Antônio de Pádua – RJ	1	1,4
16	Educação Física	Universidade Iguaçu – UNIG	Itaperuna – RJ	2	2,8
17	Educação Física	Centro Universitário Fluminense – UNIFLU	Campos dos Goytacazes – RJ	1	1,4
18	Educação Física	Centro Universitário Metodista Bennett – Metodista do Rio	Rio de Janeiro – RJ	1	1,4
19	Educação Física	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ	Seropédica – RJ	1	1,4
20	Educação Física	Universidade Veiga de Almeida – UVA	Cabo Frio – RJ	1	1,4
21	Educação Física	Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ	Rio de Janeiro – RJ	1	1,4
22	Educação Física	Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA	Volta Redonda – RJ	1	1,4
23	Educação Física	Abeu – Centro Universitário – UNIABEU	Belford Roxo – RJ	1	1,4
24	Educação Física	Centro Universitário Celso Lisboa – CAUCEL	Rio de Janeiro – RJ	1	1,4
25	Educação Física	Universidade Castelo Branco – UCB	Rio de Janeiro – RJ	3	4,2
26	Educação Física (01)	Universidade Salgado de Oliveira – UNIVERSO	São Gonçalo – RJ	3	4,2
TOTAIS				72	100

Fonte: Desenvolvida com base no Cadastro das Instituições de Educação Superior – MEC / INEP. Disponível em: < http://www.educacaosuperior.inep.gov.br/funcional/lista_cursos.asp >. Acesso em: 9 dez. 2007.

2. Para os efeitos do presente trabalho, a relação candidato x vaga para os Cursos de Bacharelado e de Licenciatura em Educação Física e Desporto nos anos de 2005 e 2006 pode constituir um único dado. Portanto, na Tabela IV.2 as informações alusivas aos “*Concursos de Acesso aos Cursos de Graduação – UFRJ 2005 e 2006*”¹⁹⁵ resumem-se aos valores totais de 3.173 Candidatos, 680 Vagas e uma razão Candidatos/Vagas igual a 4,67, aproximadamente. Este valor de 4,67 encontra-se acima das “médias Brasil” como será possível averiguar mais à frente.

Assim, a conclusão de que a detentora deste índice possa ser considerada a “*melhor ou mais procurada Instituição do ramo*” – hipótese inicialmente sugerida – fica prejudicada, uma vez ser esta, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, a única referência no universo “investigado” de um total de 72 “Núcleos” ou 26 Chancelas, e que, dentre as demais, alcançou simplesmente a terceira colocação ao empatar com a Universidade Castelo Branco – UCB e a Universidade Salgado de Oliveira – UNIVERSO, cada uma obtendo 4,2%, aproximadamente, concernentes aos 3 “Núcleos” sob suas competentes responsabilidades.

3. Nas Tabelas IV.3 e IV.4 respectivamente, os índices do “*Processo Seletivo – Brasil – 2001*”¹⁹⁶ proporcionados por “*Vestibulares e Outros processos seletivos*” e por “*Vestibulares*”, próprios dos Cursos de Educação Física e Desporto (EFD), dão o “*Número de Vagas Oferecidas, Candidatos Inscritos e Ingressos, [...], nos Cursos de Graduação Presenciais, por Organização Acadêmica, segundo as Áreas Gerais, Áreas Detalhadas e Programas e/ou Cursos [...]*” como se mostra na Tabela IV.6 a seguir:

Tabela IV.6 — Relação Candidatos / Vagas (C/V)

Processo Seletivo - Brasil – 2001 MEC / INEP	Vestibulares e Outros processos seletivos			Vestibulares		
	Candidatos	Vagas	C / V	Candidatos	Vagas	C / V
<i>Programas e/ou Cursos</i>						
Formação de Professores de Educação Física para Educação Básica	446	220	2,03	446	220	2,03
Formação de Professores de Educação Física	71.487	17.376	4,11	66.968	15.988	4,19
Educação Física	44.755	17.987	2,49	40.821	16.421	2,49
Esportes	1.174	80	14,68	1.174	80	14,68
Totais	117.862	35.663	3,30	109.409	32.709	3,34

Fonte: Tabelas 4.3 e 4.4.

¹⁹⁵ UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, *loc. cit.*

¹⁹⁶ MEC/INEP. Processo de Seleção – Brasil – 2001. Disponível em: < <http://www.ensinosuperior.inep.gov.br/> >. Acesso em: 10 dez. 2007.

4. Como dito antes na Tabela IV.2, o índice 4,67 calculado para a UFRJ supera ambas as razões 3,30 e 3,34, anteriores, extraídas dos valores facultados pelo MEC/INEP, médias para todo o país, mas não habilita a presunção. Não obstante, no APÊNDICE D, analisa-se o “*Plano de Curso das Disciplinas da Licenciatura em EF [Educação Física]*” do *Departamento de Biociências da Atividade Física da Escola de Educação Física e Desporto – EEFD*¹⁹⁷ da *Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ*. Neste apêndice, o *Plano de Curso* com *Ementas, Objetivos Gerais, Programas, Metodologias, Avaliações e Bibliografias*, propõe as etapas acadêmicas formais. Entretanto, não se depara com as *Aplicações* de interesse desse estudo, em que pese à pertinente conceituação física do contexto.

IV.4 Considerações

Seja pelas inúmeras modalidades de desportos nacionais e internacionais já oficializadas, seja pelas modalidades ainda não oficiais ou por aquelas que estão sendo criadas nas comunidades, por conta do dinamismo daqueles para quem a criatividade é peculiar, parece não restar dúvidas quanto à abrangência do tema “*Física Aplicada ao Desporto*”.

Assim, a necessidade que existe na prática dos desportos de se ficar a mercê das leis naturais, faz com que estas leis sejam motivos de estudos sistemáticos de modo que seu domínio propicie àqueles praticantes desses esportes conhecimentos tácitos para colocá-los em vantagens diante de seus oponentes, tornando-se superiores.

Como as ciências, profícuas nos processos de desenvolvimento ao longo das evoluções experimentadas pelos homens, prestam-se nestes momentos ao papel de aliadas, de coadjuvantes desse grande cenário “[...] *de atores*” (MORAES, s.d., p. 2), junto com as ciências, como num cortejo, as novas tecnologias suplementam literalmente as quadras e estádios, levando as competições ao almejado *desporto de alto rendimento*¹⁹⁸.

¹⁹⁷ Escola de Educação Física e Desporto. Disponível em: < <http://www.eefd.ufrj.br/grad/grad.htm> >. Acesso em: 30 nov. 2007.

¹⁹⁸ BRASIL. BRASIL POTÊNCIA ESPORTIVA, *loc. cit.*

Na concepção do autor, tudo indica que a “*Física Aplicada ao Desporto*”, descrita na introdução desta redação, seja um desses atores, ator “[...] *não-humano*” como diria MORAES (s.d, p. 2), mas crucial enquanto “fonte de informação” dessa “rede de associações” (esquema a seguir, Figura IV.3) da qual a legislação em vigor, as universidades, os técnicos especializados em atletas de alta performance/competição, os profissionais fomentadores de talentos, os professores, os atletas, a comunidade e o governo, também fazem parte.

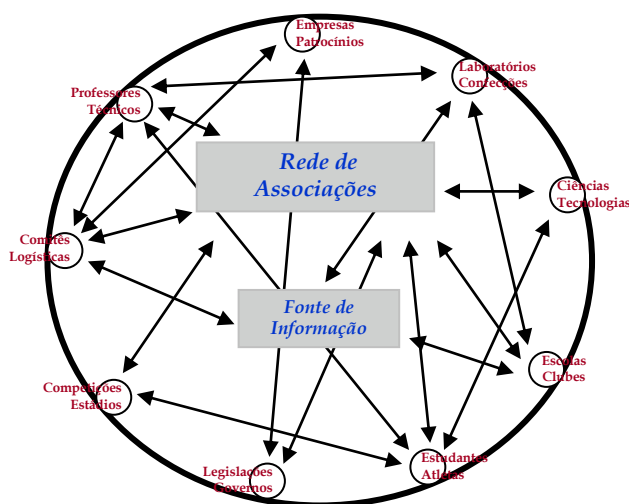


Figura IV.3 – Rede de associações adaptada às relações desportivas.

Entretanto, apesar do propósito da lei, no “[...] cenário [...] [existe] *baixa aplicação da ciência no cotidiano esportivo, [...] falta definição de atores e condições financeiras para formação do atleta de alto rendimento*” (ARANTE, 2007, pp. 4; 6).

Por isso, pesquisas serão necessárias para o “[...] *desenvolvimento do conhecimento, da ciência e da tecnologia aplicada ao esporte de alto rendimento [...], [e como já fora dito, com] implementação de legislação que proporcione fonte permanente de recursos financeiros [...], [enquanto] ações estratégicas*” (ARANTE, 2007, pp. 8-9). Da mesma forma, deve-se divulgar com profundidade e maior frequência, esclarecimentos quanto aos objetivos da “*Física Aplicada ao Desporto*”, pedagógica e metodologicamente, e de como sua abrangência pode ser delimitada. Mas conjuntamente, deve-se também procurar desenvolvê-la conforme estrutura acadêmica, no ensino das Graduações e Pós-Graduações dos Cursos Superiores de Educação Física e Desporto, imprimindo assim, um novo modo de ser do quadro atual.

Quanto aos insucessos em Pequim 2008, contrariamente ao aludido “crescimento dos últimos quatro anos”¹⁹⁹, talvez fosse frutífero não se buscar culpados pela visível ansiedade de

¹⁹⁹ Cf. item IV.1.

desempenho, mas sim soluções. Episódios como o ocorrido com o maratonista Vanderlei Cordeiro de Lima nos Jogos de Atlanta, 2004 (acaso ou negligência dos organizadores?), com o ginasta Diego Hipólito nos Jogos de Pequim, 2008 (fatalidade ou excesso de confiança?) e com a saltadora Fabiana Morren também nos Jogos de Pequim (negligência/imperícia da comissão organizadora ou inexperiência do técnico e atleta, não conferindo com antecedência o equipamento necessário ao bom êxito da prova?), dentre outras possíveis contingências sem a mesma notabilidade, parecem ser todos inquestionáveis produtos de eventualidades ou de conspirações do caos. No entanto, o fato é que fatores favoráveis ou desfavoráveis em eventos desportivos são inerentes aos próprios eventos sejam eles causais, psicológicos, técnicos, políticos, sociais etc.. Portanto, conclui o autor, bem caberia a adoção de políticas públicas coerentes e eficazes que permitissem, com antecedência e responsabilidade, uma maior eficácia dos planejamentos.

CONCLUSÃO

O fato inevitável de subordinação das Sedes Olímpicas às latitudes, altitudes e longitudes, evidenciou sobremaneira os vínculos fenomenológicos procurados. Com isto, as grandezas físicas aceleração da gravidade, temperatura ambiente e umidade, densidade e pressão atmosférica tratadas no Capítulo I, caracterizaram-se como fatores físicos inconteste, para os quais as influências locais sobre as práticas desportivas não se pôde refutar. Analogamente, a intrinsecidade das ocorrências Olímpicas, em virtude de suas modalidades e seus praticantes, e das especificidades dos fenômenos físicos destes espaços, não mais ambíguos, mostrou-se coadunados, demonstrando assim um inter-relacionamento.

Assim, o estudo das forças atuantes no salto em distância, bem como a reversão de seus benefícios em favor dos(as) competidores(as) desta e de outras provas, como foi evidenciado nos Capítulos II e III, satisfaz a pretensão. Tanto que, em momentos distintos da redação permitiu-se concordar e discordar de textos consagrados por autores de renome. Em tais oportunidades ficara óbvia a escolha adotada. E mais, a não percepção de correlações triviais com Biofísica, Biomecânica, Cinesiologia e Fisiologia, apesar da possibilidade de cooperação mútua, destacam, sem embargo, as contribuições que a *“Física Aplicada ao Desporto”* pode adicionar aos Desportos (Esportes) de alto rendimento.

Sem dúvida, esta independência revela-se como uma necessidade urgente da preparação de profissionais cuja ocupação seja a demanda de atletas e para-atletas, tanto para o desporto de alto rendimento quanto para o desporto educacional. Portanto, além das ações já inclusas nas Políticas Públicas de agora, verificadas no Capítulo IV, era de se esperar que em curto prazo constassem suplementos para os conteúdos dos cursos de Educação Física e Desporto, permitindo a seus egressos melhor contribuir para o avanço técnico dos desportos de alto rendimento. Enquanto isto, em longo prazo, incrementar as opções metodológicas para professores de Educação Física (ou de Física), a ponto de gerar nas aulas de Educação Física (ou de Física), durante as práticas do desporto educacional, expectativas nos(as) alunos(as) do Ensino Médio. Contudo, o mesmo não se pôde perceber.

Ao invés disto, a pesquisa efetuada junto às Instituições de Ensino Superior (IES) que promovem os Cursos/Habilitações de Educação Física e Desportos no Estado do Rio de Janeiro, mostrou-se insatisfatória, pois não teve o resultado que se esperava. Com efeito, as informações obtidas não permitiram conclusões quanto à importância da *“Física Aplicada ao Desporto”*, não pela disciplina em si, mas pela ausência de retorno viável daquelas Instituições consultadas. Por outro lado, possibilitou conhecer a desigualdade atinente a tendência, quiçá irrelevante, do mercado de ofertas de vagas para este setor.

Por fim, em decorrência das investigações, caberia apontar a necessidade de estudos mais aprofundados sobre o coeficiente de atrito estático entre a sapatilha-de-prego e a pista sintética. Do mesmo modo, o aproveitamento dos acréscimos espontâneos que sobre os sarrafos, saltadores em altura com e sem vara, excedem ao saltarem. Pois no estágio em que se encontra a atual tecnologia, semelhantes registros incorporariam-se aos já obtidos eletronicamente e aceitos no Atletismo pela IAAF. Outra possível aquisição poderia vir da miniaturização, para as sapatilhas-de-prego, das células de cargas hoje utilizadas em laboratório. Como as tensões de compressão sobre a pista geram energia, esta serviria para medir as durações e as variações da corrente elétrica produzidas em sensores piezoelétricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.A.O.S. – American Academy of Orthopaedic Surgeons. *Socorros Médicos de Emergência*, 2 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1977.

ALMEIDA, A. C. P. C.; DaCOSTA, L. P.; *Tendências centrais dos estudos e pesquisas em meio Ambiente, esporte, lazer e turismo no Brasil no período de 1967-2007*. In: Meio ambiente, esporte, lazer e turismo: estudos e pesquisas no Brasil, v. 1, Gama Filho, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/numa/images/LivroMeioAmbiente.pdf>>. Acesso em: 6 ago. 2008.

ALMONDES, K. M.; “Tempo na psicologia: contribuição da visão cronobiológica à compreensão biopsicossocial da saúde”, *Psicol. cienc. prof.*, v. 26, n. 3, Set. 2006. Disponível em: <http://pepsic.bvs-psi.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-98932006000300002&lng=pt&nrm=is>. Acesso em: 11 ago. 2008.

ALONSO, M; *Física: um curso universitário*, São Paulo, Edgard Blucher, 1972.

ALTITUDE. In: NOVO DICIONÁRIO DA LÍNGUA PORTUGUESA. 9 ed. Rio de Janeiro: 1975.

ÁLVARES, B. A.; DA LUZ, A. M. R.; *Curso de Física*, v. 1, 3 ed. São Paulo, HARBRA, 1992.

ARAGON-VARGAS, L. F., et al. **O consenso. Atividade física no calor: regulação térmica e hidratação**. Cidade do México: Gatorade Sports Science Institute / Brasil, 1999. Disponível em: <http://www.gssi.com.br/publicacoes/Artigo/pdf/Artigos_consenso_de_hidratacao.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2008.

ARANTE, A.; **Política Setorial de Esporte de Alto Rendimento**. In: Seminário Jogos Pan-americanos, Rio de Janeiro: Secretaria Nacional do Esporte de Alto Rendimento, 2007. Disponível em: <http://institucional.turismo.gov.br/fmt/AIT3-25_2.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CORREDORES ABC. Aspectos para Minimizar os Efeitos Adversos da Prática Esportiva no Calor. Prática esportiva no calor, 2006. Disponível em: <<http://www.abc.esp.br/index.php?conteudo=11&id=127>>. Acesso em: 2 jul. 2008.

ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DAS FEDERAÇÕES DE ATLETISMO - IAAF. Disponível em: <<http://www.iaaf.org/index.html>>. Acesso em: 11 out. 2008.

ATLETISMO NOS JOGOS OLÍMPICOS DE VERÃO DE 2004. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Atletismo_nos_Jogos_Ol%C3%ADmpicos_de_Ver%C3%A3o_de_2004>. Acesso em: 2 fev. 2008.

ATMOSFERA TERRESTRE. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Atmosfera_terrestre>. Acesso em: 2 jul. 2008.

AUGULO FILHO, R.; **Apontamentos das aulas de Topografia e Geoprocessamento I**. Piracicaba, SP: USP, 2007. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/ler/disciplinas/Topo/LER340/Angulo/ApostilaLER3402007.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2008.

BENEDITO, A. A.; “Jet-Lag: Efeitos da Mudança de Fuso Horário no Desempenho Esportivo”, *Informativo Técnico-Científico do Comitê Olímpico Brasileiro*, n. 5, pp. 1-2, Jun/Jul. 2008. Disponível em: <http://www.cob.org.br/pesquisa_estudo/pdfs/laboratorio_olimpico_05.pdf>. Acesso em: 18 jun.

2008.

BERGERON, M. F.; "Youth sports in the heat: recovery and scheduling considerations for tournament play", *Journal of Sports Med*, v. 39, n. 7, pp. 513-22, 2009. Disponível em: <<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&nextAction=lnk&format=standard.pft&indexSe arch=EX&exprSearch=C21.866.522&lang=p&base=MEDLINE>>. Acesso em: 10 out. 2009.

Biblioteca GIS – Sistemas de Informações Geográficas. Disponível em: <<http://www.telemidia.puc-rio.br/~pslr/mestrado/disciplinas/gis/paginaPrincipal.htm>>. Acesso em: 7 set. 2009.

BIOGRAFÍAS Y VIDAS. Mike Powell. Disponível em: <<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/p/powell.htm>>. Acesso em: 4 set. 2008.

BLACKWOOD, O. H.; HERRON, W. B.; KELLY, W. C.; *Física na Escola Secundária*, v. 1, Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1971.

BRACHT, V.; "Esporte na escola e esporte de rendimento", *Revista Movimento*, Ano VI, n. 12, 2000/1. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/Movimento/article/viewFile/2504/1148>>. Acesso em: 10 dez. 2007.

BRASIL. BRASIL POTÊNCIA ESPORTIVA. Ministério do Esporte e Turismo. Avaliação dos Programas Brasil Potência Esportiva. Gerente: Maristela Medeiros Gonçalves. Disponível em: <http://www.abrasil.gov.br/avalppa/RelAvalPPA2002/content/av_prog/090/prog090.htm>. Acesso em: 14 dez. 2007.

BRASIL. CÂMARA DOS DEPUTADOS. Departamento de Taquigrafia, Revisão e Redação. Núcleo de Redação Final em Comissões. Texto Com Redação Final. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/comissoes/temporarias/especial/pl487401/notas/pl487401nt260405.pdf>>. Acesso em: 2 dez. 2007.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm>. Acesso em: 25 jun. 2008.

BRASIL. Lei n. 9.615, de 24 de março de 1998 (Lei Pelé). Incisos I, II e III do Artigo 3º do CAPÍTULO III – DA NATUREZA E DAS FINALIDADES DO ESPORTE. Disponível em: <<http://www.010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/42/1998/9615.htm>>. Acesso em: 2 dez. 2007.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental, *Parâmetros curriculares nacionais: Educação Física*, Brasília, MEC/SEF, 1997.

BRASIL. SENADO FEDERAL. DECRETO-LEI N. 3.199 – DE 14 DE ABRIL DE 1941. Subsecretaria de Informações. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=152593>>. Acesso em: 2 dez. 2007.

BRAUNWEILER, E.; *Física sem mestre*, 2 ed. São Paulo, MELHORAMENTOS, s/d.

BRUHAT, G.; *Curso de Física Geral. Mecânica I*, 5 ed. São Paulo, DIFUSÃO EUROPÉIA DO LIVRO, 1963.

BUSS, C.; OLIVEIRA, A. R.; "Nutrição para os praticantes de exercícios em grandes altitudes",

Revista de Nutrição, v. 19, n. 1, pp. 77-83, Jan/fev. 2006. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/rn/v19n1/28801.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2008.

CAETANO, S.; “Compreendendo o vento aparente”, *Revista Náutica Online*, n. 244, Dez. 2008. Disponível em: <<http://www.nautica.com.br/colunas/viewcoluna.php?id=96>>. Acesso em: 26 dez. 2008.

CARGNELUTTI, J.; *Fundamentos Conceituais da Determinação do Geóide pelo Método Gravimétrico*, Dissertação de M.Sc., Programa de Pós-Graduação em Geomática, UFSM/RS, Santa Maria, RS, Brasil, 2007.

CARRON, W.; GUIMARÃES, O.; *As faces da física*, São Paulo, Moderna, 1997.

CBAAt – Confederação Brasileira de Atletismo. Disponível em:
<http://www.cbat.org.br/provas/historico_masculino.asp>. Acesso em: 12 set. 2008.

_____. Pista de Atletismo. Disponível em: <<http://www.cbat.org.br/pistas/default.asp>>. Acesso em: 14 dez. 2008.

_____. Pista no Brasil. Cadastro de Pistas de Atletismo. Disponível em:
<http://www.cbat.org.br/pistas/cadastro_pistas_atletismo.asp>. Acesso em: 14 dez. 2008.

_____. Pista Oficial de Atletismo. Disponível em:
<http://www.cbat.org.br/pistas/pista_oficial_cbat.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2009.

_____. Recorde Mundial de Florence Griffith Joyner. Disponível em:
<http://www.cbat.org.br/estatisticas/recordes/recordes_quadro.asp?id=1>. Acesso em: 12 mai. 2009.

_____. Recordes. Recordes Brasileiros Masculino. Disponível em:
<http://www.cbat.org.br/estatisticas/recordes/recordes_quadro.asp?id=10>. Acesso em: 16 mai. 2009.

_____. regras oficiais de atletismo. São Paulo, Phorte Editora, 2002.

CBDA – Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos. Regras do Pólo Aquático. Disponível em: <<http://www.cbda.org.br/especiais/ligamundialpolo/regras.php>>. Acesso em: 13 ago. 2008.

_____. Tempos Heróicos: Pólo no gelo. Disponível em:
http://www.cbda.org.br/especiais/atenas/materia.php?mat_id=4645 . Acesso em: 9 jul. 2008.

CICARDO, V. H.; *Biofísica*, 7 ed. Buenos Aires, LIBEROS, 1978.

CIDADE DO MÉXICO. Clima. Disponível em:
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Cidade_do_M%C3%A9xico#Clima>. Acesso em: 4 set. 2008.

CIÊNCIA VIVA. LATITUDE E LONGITUDE: instrumentos e medição. GPS - *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global). Disponível em:
< <http://www.cienciaviva.pt/latlong/anterior/gps.asp> >. Acesso em: 8 jul. 2009.

CINDRA, J. L.; “Um esboço da história do conceito de trabalho virtual e suas aplicações”, *Rev. Bras. Ens. Fís.*, v. 30, n. 3, pp. 3601.01-3601.12, Ago. 2008. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172008000300018&lng=pt&nrm=is&tlng=pt>. Acesso em: 20 out. 2008.

CLIMA. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Clima>>. Acesso em: 2 mai. 2008.

COB – Comitê Olímpico Brasileiro. Disponível em:
<http://www.cob.org.br/sobre_cob/sobre_cob.asp>. Acesso em: 25 ago. 2008.

CONCEIÇÃO, Ahylton; *A Física Aplicada ao Atletismo*, Instituto de Educação Física e Desporto, UERJ, 1974.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO: *regras oficiais de atletismo*, São Paulo, Phorte, 2002.

_____. Regras oficiais de atletismo. São Paulo: Phorte Editora, 2002. pp. 131-148. Disponível em: <http://www.cbat.org.br/regras/Regras_2008_2009.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2008.

CRONOBIOLOGIA. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Cronobiologia>>. Acesso em: 11 ago. 2008.

CRONOLOGIA PARA CORREDORES. Disponível em:
<<http://www.copacabanarunners.net/tcrono.html>>. Acesso em: 11 ago. 2008.

DAL PUPO, J.; ROCHA JR, I. C.; “Capacidade de aceleração e resistência e velocidade de corredores mirins em uma prova de 100 metros raso”, *Revista Digital EF y Deportes*, Ano 12, n. 118, Mar. 2008. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd118/capacidade-de-aceleracao-e-resistencia-de-velocidade-de-corredores.htm>>. Acesso em: 5 fev. 2009.

Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. Disponível em:
< <http://www.rgnutri.com.br/sap/tr-cientificos/dsbme.php> >. Acesso em: 1 ago. 2008.

DYSON, G. H. G.; *Mecânica Del Atletismo*, 6 ed. Madrid, INEF – Instituto Nacional de Educacion Fisica, 1978.

ELONCA, S. M.; PARSONS, A. R.; *Manual de instrumentação*, v. 1, São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1976.

EQUIPE SPORTLAB. Disponível em:
<<http://www.registration.com.br/Canais/Pages/TreinamentoemAltitude.aspx>>. Acesso em: 25 jun. 2008.

FAERGS – Federação de Atletismo do Estado do Rio Grande do Sul. *Regras de Competições 2006 – 2007*. Disponível em: < <http://www.faergs.org.br/REGRAS.pdf> >. Acesso em: 13 dez. 2008.

ERENCE JR., M.; LEMON, H. B.; STEPHENSON, R. J.; *Curso de Física. Mecânica*, São Paulo, EDGARD BLUCHER, s/d.

FERNANDES, J. L.; *Atletismo: os saltos: técnica, iniciação, treinamento*, São Paulo, EPU – Universidade de São Paulo, 1978.

FERREIRA, W. P. M.; **Clima: Caracterização climática da área de atuação da Associação Brasileira de Agronegócios de Ribeirão Preto (ABAG-RP)**, s.d. Disponível em:
< <http://www.abagrp.cnpm.embrapa.br/areas/clima.htm> >. Acesso em: 1 out. 2009.

FOLHA ONLINE. Disponível em:
< <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u103096.shtml> >. Acesso em: 17 set. 2009.

FOLMER-JOHNSON, T. N. O.; *Elementos de Mecânica. Fluidomecânica*, São Paulo, NOBEL, s/d.

FONSECA, A.; *Curso de Mecânica*, v. 3, Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1977.

FOX, R. W.; McDONALD, A. T.; *Introdução à Mecânica dos Fluidos*, 4 ed. Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1998.

FREITAS, A., et al.; *Almanaque Olímpico SPORT*, Rio de Janeiro, Casa da Palavra: COB Cultura, 2008.

GELLER, C. A.; *Efeito do Treinamento Hipóxico Intermitente sobre Variáveis Hematológicas e Capacidade de Performance*, Tese de Doutorado, Universidade de Santa Maria, Centro de Educação Física e Desporto, Santa Maria, RS, Brasil, 2005. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/17/TDE-2006-06-23T072126Z-43/Publico/Tese%20Cesar%20Geller.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2008.

GOLDEMBERG, J.; *Física Geral e Experimental*, v. 1, 3 ed. São Paulo, NACIONAL, 1977.

GONÇALVES, D.; *Física: terminologia, óptica, ondas*, 3 ed. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1979.

_____. *Física: mecânica*, 3 ed. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1979.

GRAVITAÇÃO. In: Nova Enciclopédia Barsa, v. 7. São Paulo: Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações, 1999.

GRIMSEHL, E.; *A Textbook of Physics. Mechanics*, v. 1, London and Glasgow, Blackie & Son Limited, 1947.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; *Física básica. Mecânica*, Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1991.

HENEINE, I. F.; *Biofísica Básica*. São Paulo, ATHENEU, 1984.

HEWITT, P. G.; *Física Conceitual*, 9 ed. Porto Alegre, Bookman, 2002.

IAAF *Track and Field Facilities Manual*. Disponível em: <<http://www.cbat.org.br/pistas/default.asp>>. Acesso em: 15 out. 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Modelo de Ondulação Geoidal. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm>. Acesso em: 8 jul. 2009.

Jogos Olímpicos de Verão 1984. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Jogos_Ol%C3%ADmpicos_de_Ver%C3%A3o_de_1984#Fatos.2C_destaques_e_curiosidades>. Acesso em: 8 out. 2008.

JORNAL HOJE. JOGOS ABERTOS: Corredores do Paraná serão obrigados a competir no pó de brita. Cascavel, Paraná. Edição nº 4954 - sexta-feira, 04 de abril de 2008. Disponível em: <<http://www.jhoje.com.br/04042008/esportes.php>>. Acesso em: 22 dez. 2008.

JORNAL O GLOBO. Caderno *ESPORTES Olimpíadas 2008*. Reportagens de Gilberto Scofield Jr. e Jorge Luiz Rodrigues, 2ª edição – Rio de Janeiro, 3 de agosto de 2008, p. 3.

KELLER, F. J.; GETTYS, W. E.; SKOVE, M. J.; *Física*, v. 1, São Paulo, Makron Books, 1997.
KITTEL, C.; KNIGHT, W. D.; RUDERMAN, M. A.; *Curso de Física de Berkeley. Mecânica*, v. 1, São Paulo, Edgard Blucher, 1970.

KRING, R. F.; *ATLETISMO NAS ESCOLAS: guia prático de treinamento*, 2 ed. São Paulo, CULTRIX, 1975.

LANDAU, L.; KITAIGORODSKI, A.; *Física para todos*, Moscou, Mir, 1963.

LATITUDE E ALTITUDE. Instrumentos e Medição: Ciência Viva. Disponível em: <<http://www.cienciaviva.pt/latlong/anterior/gps.asp>>. Acesso em: 7 mar. 2008.

LEMOS, N. A.; “Forças de vínculo no caso holônimo”, *Rev. Bras. Ens. Fís.*, v. 26, n. 3, pp. 283-286, Jul/Set. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-47442004000300014&nrm=iso&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 27 out. 2008.

LIMA, E. V. *et al.*; “Estudo da correlação entre a velocidade de reação motora e o lactato sanguíneo, em diferentes tempos de luta no judô”, *Rev. Bras. Med. Esporte*, v. 10, n. 5, pp. 339-343, Set/Out. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v10n5/v10n5a01.pdf> >. Acesso em: 20 out. 2009.

MACEDO, H. *Dicionário de Física Ilustrado*, Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1976.

MAIA, L. P. M.; *Mecânica Clássica*, v. 2, ed. experimental, Rio de Janeiro, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 1977.

MAROJA, A. M.; VITURINO, M. F. C.; PEREIRA, J. S.; “Medida da Aceleração da Gravidade”. In: *XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, pp. 1-4, Rio de Janeiro, Jan. 2005. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0297-1.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2008.

MAUGHAN, R. J., *et al.* **Preparação de Atletas Para Competirem em Clima Quente: Uma Metodologia para Aclimação**. São Paulo: SPORTS SCIENCE EXCHANGE, 1998. Disponível em: < <http://www.gssi.com.br/publicacoes/sse/pdf/gatoradesse20.pdf> >. Acesso em: 2 jul. 2008.

MEC/INEP. Cadastro das Instituições de Educação Superior - MEC/INEP. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/>>. Acesso em: 9 dez. 2007.

_____. Processo Seletivo – Brasil – 2001. Disponível em: <<http://www.ensinosuperior.inep.gov.br>>. Acesso em: 10 dez. 2007.

Meio ambiente, esporte, lazer e turismo: estudos e pesquisas no Brasil, VOLUME 1, 1967-2007. Ana Cristina P.C. de Almeida & Lamartine P. DaCosta (Editores) Editora Gama Filho, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: < <http://www.ufpa.br/numa/images/LivroMeioAmbiente.pdf> >. Acesso em: 6 ago. 2008.

Melhores saltos de sempre. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Salto_em_dist%C3%A2ncia >. Acesso em: 12 set. 2008.

MIRANDA, J. M., *et al.* **Fundamentos de Geofísica**. Lisboa: Centro Geofísico da Universidade de Lisboa, s/d. Disponível em: <http://www.cgul.ul.pt/docs/Cap4_Forma_da_Terra.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2008.

MORAES, M. **As ciências e suas práticas do ponto de vista da Teoria Ator-Rede**. São Paulo: PUC, s/d. Disponível em: < <http://www.necso.ufrj.br/MM/As%20Ciencias%20e%20suas%20praticas.htm> >. Acesso em: 28 set. 2007.

MOSSMANN et al.; “Determinação dos Coeficientes de Atrito Estático e Cinético Utilizando-se a Aquisição Automática de Dados”, *Rev. Bras. Ens. Fis.*, v. 24, n. 2, Jun. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-47442002000200010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 12 dez. 2008.

NÉRICI, I. G.; *Metodologia do Ensino Superior*, 2 ed. Rio de Janeiro, FUNDO DE CULTURA, 1973.

Nova Enciclopédia Barsa, v. 14. São Paulo, Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações, 1999.

OKUNO, E.; *Física para ciências biológicas e biomédicas*, São Paulo, Harper & Row do Brasil, 1982.

OLIVEIRA, A. R.; “Nutrição para os praticantes de exercício em grandes altitudes”, *Ver. Nutr.*, v. 19, n. 1, pp. 77-83, Jan/Fev. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-52732006000100008&script=sci_arttext>. Acesso em: 6 mai. 2008.

OLIVEIRA, M. C. M.; *Atletismo escolar: uma proposta de ensino na educação infantil*, Rio de Janeiro, Sprint, 2006.

PERELMAN, Y.; *Física Recreativa*, v. 1, 2 ed. Moscou, Editorial MIR, 1971.

PIMENTA, P. M. **Fundamento da Mecânica dos Sólidos e das Estruturas**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.lmc.ep.usp.br/disciplinas/pef5741/Arquivos%20em%20PDF/Apostila%20-%20Mecanica%20dos%20Solidos%20e%20das%20Estruturas.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2009.

PIMENTEL, E. S.; *O Conceito de Esporte no Interior da Legislação Esportiva Brasileira: de 1941 até 1998*, Dissertação de Mestrado, UFPR, Curitiba, CR, Brasil, 2007. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/1884/11737/2/%C9CLITON.DISSERTA%C7%C3O+PR%C9-TEXTUAIS-Com+as+normas.pdf>>. Acesso em: 2 dez. 2007.

PINTO, A. L. S. **Frio - Cuidado com as lesões. Frio expõe os nadadores a problemas musculares e respiratórios**. São Paulo: Aqua, 2006.
<<http://yahoo.minhavidacom.br/materias/esporte/Frio+expoe+os+nadadores+a+problemas+musculares+e+respiratorios.mv>>

PIRES, D. O.; *Inventário de Emissões Atmosféricas de Fontes Estacionárias e sua Contribuição para a Poluição do Ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro*, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2005. Disponível em: <<http://www.ppe.ufri.br/ppe/production/tesis/dopires.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2008.

PIRES, H. F.; “Inovação tecnológica e Desenvolvimento da Cibercidade: O advento da Cibercidade”. In: *Simpósio Internacional Cybercity*, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.cibergeo.org/artigos/CYBERCITY2003.pdf>>. Acesso em 30 abr. 2008.

PISKUNOV, N.; *Calculo Diferencial e Integral*, Tomo I, 2 ed. Moscou, EDITORIAL MIR, 1973.

Portal [do Colégio] São Francisco. Disponível em:
< <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/natacao/glossario-de-saltos-ornamentais.php> >. Acesso em: 22 out. 2009.

PUGA, A.; “O Desporto Profissional e a inserção das Sociedades Desportivas e do Clube-Empresa”. *9º Congresso de Educação Física e Ciências do Desporto dos Países de Língua Portuguesa*, s/n, São Luiz, Maranhão, Brasil, 31/Jul-4/Ago. 2002. Disponível em:

<<http://www.direitodesportivo.kit.net/artigo3.htm>>. Acesso em: 2 de dez. 2007.

QUADRO DE MEDALHAS. Brasil nas Olimpíadas. Maurren Maggi nos Jogos Olímpicos. Disponível em: <<http://www.quadrode Medalhas.com/olimpiadas/maurren-maggi-atleta-brasil-jogos-olimpicos.htm>>. Acesso em: 12 set. 2008.

_____. VII Jogos Olímpicos de Verão – Antuérpia 1920. Disponível em: <<http://www.quadrode Medalhas.com/olimpiadas/jogos-olimpicos-verao-1920-antuerpia.htm>>. Acesso em: 2 dez. 2007.

_____. XXVIII Jogos Olímpicos de Verão – Atenas, Grécia, 2004. Disponível em: <<http://www.quadrode Medalhas.com/olimpiadas/jogos-olimpicos-verao-2004-atenas.htm>>. Acesso em 6: dez. 2007.

RAMALHO Jr., F., *et. al.*; *Os fundamentos da física. Mecânica*, v. 1, 3 ed. São Paulo, Moderna, 1978.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; *Física*, v. 2, 3 ed. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1981.

REVISTA DA SEMANA. Velocidade. Usain Bolt vence a ciência. 25 ago. 2008. Disponível em: <http://revistadasemana.abril.com.br/edicoes/51/esportes/materia_esportes_297011.shtml>. Acesso em: 11 fev. 2009.

REVISTA NÁUTICA Online. Disponível em: <<http://www.nautica.com.br/revista.php>>. Acesso em: 26 dez. 2008

RG NUTRI. Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. Disponível em: <<http://www.rgnutri.com.br/sap/tr-cientificos/dsbme.php>>. Acesso em: 1 ago. 2008.

RUGGERI, E. R. F., “Um engano matemático repetido por 100 anos”, *Rev. Esc. Minas*, v. 56, n. 3, Jul. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672003000300012&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 28 out. 2008.

SCHIOZER, D.; *Mecânica dos Fluidos*, 2 ed. Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1996.

SCHMIDT, R. A. *apud* LIMA *et al.*; *Aprendizagem e performance motora: dos princípios à prática*. São Paulo, ed. Movimento, 1993. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v10n5/v10n5a01.pdf> >. Acesso em: 20 out. 2009.

SEARS, F. W.; *Física*, v. 2, Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1977.

SEIS CENTÍMETROS: UMA ANALÍSE ANTROPOMÉTRICA DA POF 2002-2003. Disponível em: < <http://www.anpec.org.br/encontro2005/artigos/A05A159.pdf> >. Acesso em: 17 set. 2009.

SERRÃO, A. N.; *Exercícios e Problemas de GEOMETRIA NO PLANO*, Parte A, v. 1, 2 ed. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1967

SILVEIRA, F. L.; “Acerca de um mito: o vórtice de Coriolis no ralo da pia”, *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v.17, n.1, pp. 22-26, 2000. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/17-1/artpdf/a2.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2008.

SISSOM, L. E.; PITTS, D. R.; *Fenômeno de Transporte*, Rio de Janeiro, GUANABARA DOIS, 1979.

SISTEMAS DE COORDENADAS. Disponível em: < <http://astro.if.ufrgs.br/coord.htm> >. Acesso em: 7 jul. 2009.

SMITH, P. F.; GALE, A. S.; NEELLEY, J. H.; *Geometria Analítica*, Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1967.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE. Disponível em: <<http://www.medicinadoesporte.org.br/>>. Acesso em: 1 ago. 2008.

_____. Modificações Dietéticas, reposição Hídrica, Suplementos alimentares e Droga. Comprovação de ação Ergogênica e Potenciais Riscos para a Saúde, 2005. Disponível em: <<http://www.drashirleydecampos.com.br/noticias/17492>>. Acesso em 2 jul. 2008.

SOUZA, A. P. S.; OLIVEIRA, C. A.; OLIVEIRA, M. A. “Medidas de tempo de reação simples em jogadores profissionais de voleibol”. Revista Digital. Ano 10, n. 96, (fev. 2006). – Buenos Aires, 2006. Disponível em: < <http://www.efdeportes.com/efd93/voleib.htm> >. Acesso em: 16 out. 2009.

TÁVORA, F. J. P.; *Unidades de Medida*. São Bernardo do Campo, SP, I. Rossi, 1975.

Temperatura e energia térmica. Disponível em: < <http://cftc.cii.fc.ul.pt/PRISMA/capitulos/capitulo3/modulo1/topico4.php> >. Acesso em: 9 out. 2009.

THE WEATHER CHANNEL. Medidas e Registros Mensais e Diários do Tempo. Disponível em: <<HTTP://br.weather.com/weather/climatology/SWXX0031>>. Acesso em: 9 jul. 2008.

THOMAS Jr.; G. B.; *Cálculo*, Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1970.

TIMONER, A.; MAJORANA, F. S.; HAZOFF, W.; *Manual de laboratório de física: mecânica, calor, acústica*, São Paulo, Edgard Blucher, 1973.

TIPLER, P. A.; *Física*, v. 1, Rio de Janeiro, GUANABARA DOIS, 1978.

_____. *Física*, v. 1a, 2 ed. Rio de Janeiro, GUANABARA DOIS, 1985.

TORT, A. C.; CUNHA, A. M.; ASSIS, A. K. T.; “Uma tradução comentada de um texto de Maxwell sobre a ação a distância”, *Rev. Bras. Ens. Fís.*, v. 26, n. 3, pp. 273-282, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-47442004000300013&lng=pt&nrm=isso>. Acesso em: 25 out. 2008.

TUBINO, M. J. G.; *Metodologia científica do treinamento desportivo*, 2 ed. São Paulo, IBRASA, 1980.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Educação Física e Desporto. Santa Maria, RS, Brasil, 2005. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/17/TDE-2006-06-23T072126Z-43/Publico/Tese%20Cesar%20Geller.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Escola de Educação Física e Desporto – EEFD. Departamento de Biociências da Atividade Física. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Disponível em: <<http://www.eefd.ufrj.br/grad/grad.htm>>. Acesso em: 30 nov. 2007.

_____. Vestibular UFRJ. Coordenação de Concursos de Acesso aos Cursos de Graduação. Disponível em: <<http://www.vestibular.ufrj.br/home.html>>. Acesso em: 9 dez. 2007.

VAN WYLEN, G. J.; *Fundamentos da termodinâmica clássica*, 2 ed. São Paulo, Edgard Blucher, 1976.

VEJA.COM. Efeitos das grandes altitudes. Perguntas & Respostas, dez. 2007. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/perguntas_respostas/altitudes/index.shtml>. Acesso em: 26 jun. 2008.

VENNARD, J. K.; STREET, R. L.; *Elementos de Mecânica dos Fluidos*, 5 ed. Rio de Janeiro, GUANABARA DOIS, 1978.

VENTO APARENTE. In: NOVO DICIONÁRIO DA LINGUA PORTUGUESA. 9 ed. Rio de Janeiro: 1975.

VÍDEO. Mike Powell no III Campeonato Mundial de Atletismo em Tóquio, Japão de 1991. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=oNIKv3Rbufg&NR=1>>. Acesso em: 4 set. 2008.

VÍDEO. O salto de Bob Beamon nos XIX Jogos Olímpicos da Cidade do México em 1968. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=Flgk75Jn9ZQ>>. Acesso em: 4 set. 2008.

VIMIEIRO-GOMES, A. C.; RODRIGUES, L. O. C.; “Avaliação do Estado de Hidratação dos Atletas, Estresse Térmico do Ambiente e Custo Calórico do Exercício Durante Sessões de Treinamento em Voleibol de Alto Nível”, *Rev. paul. Educ. Fís.*, v. 15, n. 2, pp. 201-211, Jul/Dez. 2001. Disponível em: <<http://www.usp.br/eef/rpef/v15n22001/v15n2p201.pdf>>. Acesso em: 1 ago. 2008.

WEYKAMP, F. V.; **Características de Tempo e Clima da Terra**. São Paulo: Instituto Oceanográfico, s/d. Disponível em: <http://www.master.iag.usp.br/ensino/oceano/aula_2.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2008.

ZENTGRAF, R.; *Estatística Objetiva*, Rio de Janeiro, ZTG, 2001.

ZERO HORA Online. Ídolos da Olimpíada. Usain Bolt. Disponível em: <<http://zerohora.clicrbs.com.br/zerohora/jsp/default2.jsp?uf=1&local=1&source=a2137423.xml&template=3898.dwt&edition=10533§ion=1053>>. Acesso em: 01 abr. 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna de 1896 a 2008, com suas respectivas coordenadas geográficas (latitude (L), longitude e altitude (A)) e a aceleração local da gravidade, $g(L)$, $g(A)$ e $g(L, A)$.

**Planilha com dados físicos e geográficos das Sedes Olímpicas
dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008)**

Cidade / País / Ano	Latitude (em grau)	Longitude (em grau)	Altitude (em metro)	Gravidade local (em cm/s ²)
I Jogos Olímpicos de Atenas - Grécia 1896	37,97 N	23,72 O	110	979,9675
II Jogos Olímpicos de Paris - França 1900	48,87 N	2,33 L	35	980,9670
III Jogos Olímpicos de St. Louis - EUA 1904	38,67 N	90,25 O	141	980,0193
IV Jogos Olímpicos de Londres - Reino Unido 1908	51,50 N	0,17 O	15	981,2068
V Jogos Olímpicos de Estocolmo - Suécia 1912	59,38 N	18,00 L	20	981,8688
VI Jogos Olímpicos de Berlim - Alemanha 1916 Jogos não realizado (1ª Guerra Mundial de 1914 a 1918)	52,50 N	13,43 L	35	981,2883
VII Jogos Olímpicos de Antuérpia - Bélgica 1920	51,22 N	4,42 L	3	981,1858
VIII Jogos Olímpicos de Paris - França 1924	48,87 N	2,33 L	35	980,9670
IX Jogos Olímpicos de Amsterdã - Holanda 1928	52,35 N	4,87 L	-2	981,2866
X Jogos Olímpicos de Los Angeles - EUA 1932	34,08 N	118,37 O	10	979,6650
XI Jogos Olímpicos de Berlim - Alemanha 1936	52,50 N	13,43 L	35	981,2883
XII Jogos Olímpicos de Tóquio - Japão 1940 Jogos não realizado (2ª Guerra Mundial de 1939 a 1945)	35,70 N	139,77 L	15	979,8004
XIII Jogos Olímpicos de Londres - Reino Unido 1944 Jogos não realizado (2ª Guerra Mundial de 1939 a 1945)	51,50 N	0,17 O	15	981,2068
XIV Jogos Olímpicos de Londres - Reino Unido 1948	51,50 N	0,17 O	15	981,2068
XV Jogos Olímpicos de Helsinque - Finlândia 1952	60,00 N	25,00 L	23	981,9168
XVI Jogos Olímpicos de Melbourne - Austrália 1956	37,87 S	145,13 L	64	979,9729
XVII Jogos Olímpicos de Roma - Itália 1960	41,90 N	12,47 L	14	980,3458
XVIII Jogos Olímpicos de Tóquio - Japão 1964	35,70 N	139,77 L	15	979,8004
XIX Jogos Olímpicos de Cidade do México - México 1968	19,42 N	99,17 O	2216	977,9346
XX Jogos Olímpicos de Munique - Alemanha 1972	48,13 N	11,58 L	510	980,7540
XXI Jogos Olímpicos de Montreal - Canadá 1976	45,52 N	73,55 O	47	980,6618
XXII Jogos Olímpicos de Moscou - Rússia 1980	55,75 N	37,58 L	151	981,5314
XXIII Jogos Olímpicos de Los Angeles - EUA 1984	34,05 N	118,23 O	100	979,6347
XXIV Jogos Olímpicos de Seul - Coreia do Sul 1988	37,58 N	127,05 L	46	979,9532
XXV Jogos Olímpicos de Barcelona - Espanha 1992	41,30 N	2,10 L	5	980,2948
XXVI Jogos Olímpicos de Atlanta - EUA 1996	33,75 N	84,40 O	320	979,5418
XXVII Jogos Olímpicos de Sydney - Austrália 2000	33,54 S	151,82 L	1	979,6228
XXVIII Jogos Olímpicos de Atenas - Grécia 2004	37,97 N	23,72 O	110	979,9675
XXIX Jogos Olímpicos de Pequim - China 2008	39,92 N	116,38 L	59	980,1551

Fontes: HORÁCIO, MACEDO; *Dicionário de Física*, ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1976, p. 4.,
TIMONER, ABRAÃO; *Manual de laboratório de física : mecânica, calor, acústica*, ed Edgard Blücher, São Paulo, 1973, pp. 116-117.

Disponíveis nos sites : (acesso em 05/02/2008)
http://pt.wikipedia.org/wiki/Acelera%C3%A7%C3%A3o_da_gravidade,
<http://www.freemeteo.com/default.asp?pid=4&inType=1&la=18>,
<http://www.horlogeparlante.com/pt/spain-barcelona-501.php>.

Planilha A - Relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008) com suas respectivas coordenadas geográficas (latitude (L), longitude e altitude (A)) e a aceleração local da gravidade, $g = g(L, A)$.

APÊNDICE B

Relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna de 1896 a 2008, com os nomes e as nacionalidades dos atletas, por prova de salto, por premiação obtida e suas respectivas marcas, olímpica ou mundial.

Planilha com a relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna e a classificação do 1º, 2º e 3º lugar dos atletas nas provas de saltos verticais masculino

Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008)			Saltos Verticais (em metro)					
Cidade / País / Ano	Categoria	Classificação	Salto com Vara			Salto em Altura		
			Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País
I Jogos Olímpicos de Atenas - Grécia 1896	Masculino	Ouro	Welles Hoyt	3,30	Estados Unidos	Ellery Clark	1,81	Estados Unidos
		Prata	Albert Tyler	3,20	Estados Unidos	James Connolly Robert Garrett	1,65 1,65	Estados Unidos Estados Unidos
		Bronze	Evangelos Damaskos Theodoropoulos	2,60 2,60	Grécia Grécia	nenhum	-	-
II Jogos Olímpicos de Paris - França 1900	Masculino	Ouro	Irving Baxter	3,30	Estados Unidos	Irving Baxter	1,90	Estados Unidos
		Prata	Meredith Colket	3,25	Estados Unidos	Patrick Leahy	1,78	Reino Unido
		Bronze	Carl-Albert Andersen	3,20	Noruega	Lajos Gönczy	1,75	Hungria
III Jogos Olímpicos de St. Louis - EUA 1904	Masculino	Ouro	Charles Dvorak	3,50	Estados Unidos	Samuel Jones	1,80	Estados Unidos
		Prata	LeRoy Samse	3,35	Estados Unidos	Garrett Serviss	1,77	Estados Unidos
		Bronze	Louis Wilkins	3,35	Estados Unidos	Paul Weinstein	1,77	Alemanha
IV Jogos Olímpicos de Londres - Reino Unido 1908	Masculino	Ouro	Edward Cooke Alfred Gilbert	3,71 3,71	Estados Unidos Estados Unidos	Harry Porter	1,90	Estados Unidos
		Prata	nenhum	-	-	Georges André István Somodi Con Leahy	1,88 1,88 1,88	França Hungria Bretanha
		Bronze	Edward Archibald Charles Jacobs Bruno Söderström	3,58 3,58 3,58	Canadá Estados Unidos Suécia	nenhum	-	-
V Jogos Olímpicos de Estocolmo - Suécia 1912	Masculino	Ouro	Harry Babcock	3,95	Estados Unidos	Alma Richards	1,93	Estados Unidos
		Prata	Marcus Wright	3,85	Estados Unidos	Hans Liesche	1,91	Alemanha
		Bronze	Frank Nelson	3,85	Estados Unidos	George Horine	1,89	Estados Unidos
VI Jogos Olímpicos de Berlim - Alemanha 1916	Jogos não realizado (1ª Guerra Mundial de 1914 a 1918)							
VII Jogos Olímpicos de Antuérpia - Bélgica 1920	Masculino	Ouro	Frank Foss	4,09	Estados Unidos	Richmond Landon	1,935	Estados Unidos
		Prata	Henry Peterson	3,70	Dinamarca	Harold Muller	1,90	Estados Unidos
		Bronze	Edwin Myers	3,60	Estados Unidos	Bo Ekelund	1,90	Suécia
VIII Jogos Olímpicos de Paris - França 1924	Masculino	Ouro	Lee Barnes	3,95	Estados Unidos	Harold Osborn	1,98	Estados Unidos
		Prata	Glen Graham	3,95	Estados Unidos	Leroy Brown	1,95	Estados Unidos
		Bronze	James Brooker	3,90	Estados Unidos	Pierre Lewden	1,92	França
IX Jogos Olímpicos de Amsterdã - França 1928	Masculino	Ouro	Sabin Carr	4,20	Estados Unidos	Robert King	1,94	Estados Unidos
		Prata	William Droegemuller	4,10	Estados Unidos	Benjamin Hedges	1,94	Estados Unidos
		Bronze	Charles McGinnis	3,95	Estados Unidos	Claude Ménard	1,91	França
X Jogos Olímpicos de Los Angeles - EUA 1932	Masculino	Ouro	William Miller	4,32	Estados Unidos	Duncan McNaughton	1,97	Canadá
		Prata	Shuhei Nishida	4,30	Japão	Robert van Osdel	1,97	Estados Unidos
		Bronze	George Jefferson	4,20	Estados Unidos	Simeon Toribio	1,97	Filipinas
XI Jogos Olímpicos de Berlim - Alemanha 1936	Masculino	Ouro	Earle Meadows	4,35	Estados Unidos	Cornelius Cooper Johnson	2,03	Estados Unidos
		Prata	Shuhei Nishida	4,25	Japão	David Albritton	2,00	Estados Unidos
		Bronze	Sueo Oe	4,25	Japão	Delos Thurber	2,00	Estados Unidos
XII Jogos Olímpicos de Tóquio - Japão 1940	Jogos não realizado (2ª Guerra Mundial de 1939 a 1945)							
XIII Jogos Olímpicos de Londres - Reino Unido 1944	Jogos não realizado (2ª Guerra Mundial de 1939 a 1945)							
XIV Jogos Olímpicos de Londres - Reino Unido 1948	Masculino	Ouro	Guinn Smith	4,30	Estados Unidos	John Winter	1,98	Austrália
		Prata	Erkki Kataja	4,20	Finlândia	Bjorn Paulson	1,95	Noruega
		Bronze	Robert Richards	4,20	Estados Unidos	George Stanich	1,95	Estados Unidos

Planilha com a relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna e a classificação do 1º, 2º e 3º lugar dos atletas nas provas de saltos verticais masculino								
Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008)			Saltos Verticais (em metro)					
Cidade / País / Ano	Categoria	Classificação	Salto com Vara			Salto em Altura		
			Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País
XV Jogos Olímpicos de Helsínque - Finlândia 1952	Masculino	Ouro	Robert Richards	4,56	Estados Unidos	Walter Davis	2,04	Estados Unidos
		Prata	Donald Laz	4,50	Estados Unidos	Kenneth Wiesner	2,01	Estados Unidos
		Bronze	Ragnar Lundberg	4,40	Suécia	José Telles da Conceição	1,98	Brasil
XVI Jogos Olímpicos de Melbourne - Austrália 1956	Masculino	Ouro	Robert Richards	4,56	Estados Unidos	Charles Everett Dumas	2,12	Estados Unidos
		Prata	Robert Allen Gutowski	4,53	Estados Unidos	Charles Michael Porter	2,10	Austrália
		Bronze	Georgios Roubanis	4,50	Grécia	Igor Kashkarov	2,08	União Soviética
XVII Jogos Olímpicos de Roma - Itália 1960	Masculino	Ouro	Donald Bragg	4,70	Estados Unidos	Robert Shavlakadze	2,16	União Soviética
		Prata	Ronald Morris	4,60	Estados Unidos	Valeri Brumel	2,16	União Soviética
		Bronze	Eeles Landström	4,55	Suécia	John Thomas	2,14	Estados Unidos
XVIII Jogos Olímpicos de Tóquio - Japão 1964	Masculino	Ouro	Fred Hansen	5,10	Estados Unidos	Valeri Brumel	2,18	União Soviética
		Prata	Wolfgang Reinhardt	5,05	Equipa Alemã Unida	John Thomas	2,18	Estados Unidos
		Bronze	Klaus Lehnertz	5,00	Equipa Alemã Unida	John Rambo	2,16	Estados Unidos
XIX Jogos Olímpicos de Cidade do México - México 1968	Masculino	Ouro	Bob Seagren	5,40	Estados Unidos	Dick Fosbury	2,24	Estados Unidos
		Prata	Claus Schiprowski	5,40	Alemanha Ocidental	Ed Caruthers	2,22	Estados Unidos
		Bronze	Wolfgang Nordwig	5,40	Alemanha Oriental	Valentin Gavrilov	2,20	União Soviética
XX Jogos Olímpicos de Munique - Alemanha 1972	Masculino	Ouro	Wolfgang Nordwig	5,50	Alemanha Oriental	Yuri Tarmak	2,23	União Soviética
		Prata	Robert Seagren	5,40	Estados Unidos	Stefan Junge	2,21	Alemanha Oriental
		Bronze	Jan Johnson	5,35	Estados Unidos	Dwight Stones	2,21	Estados Unidos
XXI Jogos Olímpicos de Montreal - Canadá 1976	Masculino	Ouro	Tadeusz Slusarski	5,50	Polónia	Jacek Wszola	2,25	Polónia
		Prata	Antti Kalliomäki	5,50	Finlândia	Gregory Joy	2,23	Canadá
		Bronze	David Roberts	5,50	Estados Unidos	Dwight Stones	2,21	Estados Unidos
XXII Jogos Olímpicos de Moscou - Rússia 1980	Masculino	Ouro	Władysław Kozakiewicz	5,78	Polónia	Gerd Wessig	2,36	Alemanha Oriental
		Prata	Konstantin Volkov	5,65	União Soviética	Jacek Wszola	2,31	Polónia
		Bronze	Tadeusz Slusarski	5,65	Polónia	Jörg Freimuth	2,31	Alemanha Oriental
XXIII Jogos Olímpicos de Los Angeles - EUA 1984	Masculino	Ouro	Pierre Quinon	5,75	França	Dietmar Mögenburg	2,35	Alemanha Ocidental
		Prata	Mike Tully	5,65	Estados Unidos	Patrik Sjöberg	2,33	Suécia
		Bronze	Thierry Vigneron	5,60	França	Jianhua Zhu	2,31	China
XXIV Jogos Olímpicos de Seul - Coreia do Sul 1988	Masculino	Ouro	Earl Bell	5,60	Estados Unidos	Gennadi Avdeenko	2,38	União Soviética
		Prata	Sergey Bubka	5,90	União Soviética	Hollis Conway	2,36	Estados Unidos
		Bronze	Rodion Gataullin	5,85	União Soviética	Patrick Sjöberg	2,36	Suécia
XXV Jogos Olímpicos de Barcelona - Espanha 1992	Masculino	Ouro	Grigori Egorov	5,80	União Soviética	Rudolf Povarnitsin	2,36	União Soviética
		Ouro	Maxim Tarasov	5,8	Equipa Unificada	Javier Sotomayor	2,34	Cuba
		Prata	Igor Trandenkov	5,8	Equipa Unificada	Patrik Sjöberg	2,34	Suécia
XXVI Jogos Olímpicos de Atlanta - EUA 1996	Masculino	Bronze	Artur Partyka	5,75	Espanha	Artur Partyka	2,34	Polónia
		Ouro	Tim Forsythe			Tim Forsythe	2,34	Austrália
		Prata	Hollis Conway			Hollis Conway	2,34	Estados Unidos
XXVII Jogos Olímpicos de Sydney - Austrália 2000	Masculino	Ouro	Charles Austin	2,39	Estados Unidos	Charles Austin	2,39	Estados Unidos
		Prata	Artur Partyka	2,37	Polónia	Artur Partyka	2,37	Polónia
		Bronze	Steve Smith	2,35	Grã-Bretanha	Steve Smith	2,35	Grã-Bretanha
XXVIII Jogos Olímpicos de Atenas - Grécia 2004	Masculino	Ouro	Sergey Klyugin	2,35	Rússia	Sergey Klyugin	2,35	Rússia
		Prata	Javier Sotomayor	2,32	Cuba	Javier Sotomayor	2,32	Cuba
		Bronze	Abderrahmane Hammad	2,32	Argélia	Abderrahmane Hammad	2,32	Argélia
XXIX Jogos Olímpicos de Atenas - Grécia 2004	Masculino	Ouro	Stefan Holm	2,36	Suécia	Stefan Holm	2,36	Suécia
		Prata	Matt Hemingway	2,34	Estados Unidos	Matt Hemingway	2,34	Estados Unidos
		Bronze	Jaroslav Bába	2,34	República Checa	Jaroslav Bába	2,34	República Checa

Planilha com a relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna e a classificação do 1º, 2º e 3º lugar dos atletas nas provas de saltos verticais masculino								
Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008)			Saltos Verticais (em metro)					
Cidade / País / Ano	Categoria	Classificação	Salto com Vara			Salto em Altura		
			Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País
XXIX Jogos Olímpicos de Pequim - China 2008	Masculino	Ouro	Steve Hooker	5,96	Austrália	Andrey Silnov	2,36	Rússia
		Prata	Evgeny Lukyanenko	5,85	Rússia	Germaine Mason	2,34	Grã-Bretanha
		Bronze	Denys Yurchenko	5,70	Ucrânia	Yaroslav Rybakov	2,34	Rússia

Fontes: Disponíveis nos sites:
http://pt.wikipedia.org/wiki/Atletismo_nos_Jogos_Ol%C3%ADmpicos_de_Ver%C3%A3o_de_2004,
http://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_medalhados_ol%C3%ADmpicos_em_atletismo_%28homens%29#Salto_em_comprimento_2F_Salto_em_dist.C3%A2ncia, e
<http://www.clorbs.com.br/olimpiadas2008/jsp/default.jsp?capald=329&uf=1&local=1§ion=Recordes>. (acesso em 02 e 04/02/2008)

NOTA: Atualmente (fev. 2008) o recorde mundial da prova do salto com vara masculino, que perdura por 14 anos, está em poder do atleta Sergey Bubka, com a marca de 6,14 metros, conquistado em 31 de julho de 1994. Enquanto o recorde mundial da prova do salto em altura masculino, que já dura 15 anos, encontra-se em poder do atleta Javier Sotomayor, com a marca de 2,45 metros, obtido em 27 de setembro de 1993.

Planilha B - Relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008) com os nomes e as nacionalidades dos atletas, por prova de salto, por premiação obtida e suas respectivas marcas, olímpica ou mundial.

Planilha com a relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna e a classificação do 1º, 2º e 3º lugar dos atletas nas provas de saltos horizontais masculino								
Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008)			Saltos Horizontais (em metro)					
Cidade / País / Ano	Categoria	Classificação	Salto em Distância			Salto Triplo		
			Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País
I Jogos Olímpicos de Atenas - Grécia 1896	Masculino	Ouro	Ellery Clark	6,35	Estados Unidos	James Connolly	13,71	Estados Unidos
		Prata	Robert Garrett	6,00	Estados Unidos	Alexandre Tuffèri	12,70	França
		Bronze	James Connolly	5,84	Estados Unidos	Ioannis Persakis	12,52	Grécia
II Jogos Olímpicos de Paris - França 1900	Masculino	Ouro	Alvin Kraenzlein	7,175	Estados Unidos	Meyer Prinstein	14,47	Estados Unidos
		Prata	Meyer Prinstein	6,93	Estados Unidos	James Connolly	13,97	Estados Unidos
		Bronze	Patrick Leahy	6,755	Reino Unido	Lewis Sheldon	13,64	Estados Unidos
III Jogos Olímpicos de St. Louis - EUA 1904	Masculino	Ouro	Myer Prinstein	7,34	Reino Unido	Myer Prinstein	14,35	Estados Unidos
		Prata	Daniel Frank	6,89	Estados Unidos	Frederick Engelhardt	13,90	Estados Unidos
		Bronze	Robert Stangland	6,88	Estados Unidos	Robert Stangland	13,36	Estados Unidos
IV Jogos Olímpicos de Londres - Reino Unido 1908	Masculino	Ouro	Frank Irons	7,48	Estados Unidos	Timothy Ahearne	14,92	Grã-Bretanha
		Prata	Daniel Kelly	7,09	Estados Unidos	John Garfield MacDonald	14,76	Canadá
		Bronze	Calvin Bricker	7,08	Canadá	Edvard Larsen	14,39	Noruega
V Jogos Olímpicos de Estocolmo - Suécia 1912	Masculino	Ouro	Albert Gutterson	7,60	Estados Unidos	Gustaf Lindblom	14,76	Suécia
		Prata	Calvin Bricker	7,21	Canadá	Georg Åberg	14,51	Suécia
		Bronze	Georg Åberg	7,18	Suécia	Erik Almlöf	14,17	Suécia
VI Jogos Olímpicos de Berlim - Alemanha 1916	Jogos não realizado (1ª Guerra Mundial de 1914 a 1918)							
VII Jogos Olímpicos de Antuérpia - Bélgica 1920	Masculino	Ouro	William Pettersson	7,15	Suécia	Vilho Tuulos	14,50	Finlândia
		Prata	Carl Johnson	7,09	Estados Unidos	Folke Jansson	14,48	Suécia
		Bronze	Erik Abrahamsson	7,08	Suécia	Erik Almlöf	14,27	Suécia
VIII Jogos Olímpicos de Paris - França 1924	Masculino	Ouro	William DeHart	7,44	Estados Unidos	Anthony 'Nick' Winter	15,52	Austrália
		Prata	Edward Gourdin	7,27	Estados Unidos	Luis Brunetto	15,42	Argentina
		Bronze	Sverre Hansen	7,26	Noruega	Vilho Tuulos	15,37	Finlândia
IX Jogos Olímpicos de Amsterdam - França 1928	Masculino	Ouro	Edward Hamm	7,73	Estados Unidos	Mikio Oda	15,21	Japão
		Prata	Silvio Cator	7,58	Haiti	Levi Casey	15,17	Estados Unidos
		Bronze	Alfred Bates	7,40	Estados Unidos	Vilho Tuulos	15,11	Finlândia
X Jogos Olímpicos de Los Angeles - EUA 1932	Masculino	Ouro	Edward Gordon	7,64	Estados Unidos	Chuhei Nambu	15,72	Japão
		Prata	Charles Redd	7,60	Estados Unidos	Erik Svensson	15,32	Suécia
		Bronze	Chuhei Nambu	7,45	Japão	Kenkichi Oshima	15,12	Japão
XI Jogos Olímpicos de Berlim - Alemanha 1936	Masculino	Ouro	Jesse Owens	8,06	Estados Unidos	Naoto Tajima	16,00	Japão
		Prata	Luz Long	7,87	Alemanha	Masao Harada	15,66	Japão
		Bronze	Naoto Tajima	7,74	Japão	Jack Metcalfe	15,50	Austrália
XII Jogos Olímpicos de Tóquio - Japão 1940	Jogos não realizado (2ª Guerra Mundial de 1939 a 1945)							
XIII Jogos Olímpicos de Londres - Reino Unido 1944	Jogos não realizado (2ª Guerra Mundial de 1939 a 1945)							
XIV Jogos Olímpicos de Londres - Reino Unido 1948	Masculino	Ouro	Willie Steele	7,82	Estados Unidos	Arne Ahman	15,40	Suécia
		Prata	Thomas Bruce	7,55	Austrália	George Avery	15,36	Austrália
		Bronze	Herbert Douglas	7,54	Estados Unidos	Ruhi Sarialp	15,02	Turquia
XV Jogos Olímpicos de Helsinqui - Finlândia 1952	Masculino	Ouro	Jérôme Biffle	7,57	Estados Unidos	Adhemar Ferreira da Silva	16,22	Brasil
		Prata	Meredith Gourdin	7,53	Estados Unidos	Leonid Shcherbakov	15,98	União Soviética
		Bronze	Ödön Földessy	7,30	Hungria	Arnaldo Devonish	15,52	Venezuela
XVI Jogos Olímpicos de Melbourne - Austrália 1956	Masculino	Ouro	Gregory Curtis Bell	7,83	Estados Unidos	Adhemar Ferreira da Silva	16,35	Brasil
		Prata	John Dale Bennett	7,68	Estados Unidos	Vilhjalmur Einarsson	16,26	Islândia
		Bronze	Jorma Rainer Valkama	7,48	Finlândia	Vitold Kreer	16,02	União Soviética

Planilha com a relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna e a classificação do 1º, 2º e 3º lugar dos atletas nas provas de saltos horizontais masculino

Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008)			Saltos Horizontais (em metro)					
Cidades/Países	Categoria	Classificação	Salto em Distância			Salto Triplo		
			Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País
XVII Jogos Olímpicos de Roma - Itália 1960	Masculino	Ouro	Ralph Boston	8,12	Estados Unidos	Jozef Schmidt	16,81	Equipa Alemã Unida
		Prata	Irvin Roberson	8,11	Estados Unidos	Vladimir Goryaev	16,63	União Soviética
		Bronze	Igor Ter-Ovanesyan	8,04	União Soviética	Vitold Kreer	16,43	União Soviética
XVIII Jogos Olímpicos de Tóquio - Japão 1964	Masculino	Ouro	Lynn Davies	8,07	Grã-Bretanha	Józef Szmíd	16,85	Polónia
		Prata	Ralph Boston	8,03	Estados Unidos	Oleg Fedoseev	16,58	União Soviética
		Bronze	Igor Ter-Ovanesyan	7,99	União Soviética	Viktor Kravchenko	16,57	União Soviética
XIX Jogos Olímpicos de Cidade do México - México 1968	Masculino	Ouro	Bob Beamon	8,90	Estados Unidos	Viktor Saneyev	17,39	União Soviética
		Prata	Klaus Beer	8,19	Alemanha Oriental	Nelson Prudêncio	17,27	Brasil
		Bronze	Ralph Boston	8,16	Estados Unidos	Giuseppe Gentile	17,22	Itália
XX Jogos Olímpicos de Munique - Alemanha 1972	Masculino	Ouro	Randy Williams	8,24	Estados Unidos	Viktor Saneyev	17,35	União Soviética
		Prata	Hans Baumgartner	8,18	Alemanha Ocidental	Jörg Drehmel	17,31	Alemanha Oriental
		Bronze	Arnie Robinson	8,03	Estados Unidos	Nelson Prudêncio	17,05	Brasil
XXI Jogos Olímpicos de Montreal - Canadá 1976	Masculino	Ouro	Arnie Robinson	8,35	Estados Unidos	Viktor Saneyev	17,29	União Soviética
		Prata	Randel Williams	8,11	Estados Unidos	James Butts	17,18	Estados Unidos
		Bronze	Frank Wartenberg	8,02	Alemanha Oriental	João Carlos de Oliveira	16,90	Brasil
XXII Jogos Olímpicos de Moscou - Rússia 1980	Masculino	Ouro	Lutz Dombrowski	8,54	Alemanha Oriental	Jaak Uudmäe	17,35	União Soviética
		Prata	Frank Paschek	8,21	Alemanha Oriental	Viktor Saneyev	17,24	União Soviética
		Bronze	Valeriy Podluzhnyi	8,18	União Soviética	João Carlos de Oliveira	17,22	Brasil
XXIII Jogos Olímpicos de Los Angeles - EUA 1984	Masculino	Ouro	Carl Lewis	8,54	Estados Unidos	Al Joyner	17,26	Estados Unidos
		Prata	Gary Honey	8,24	Austrália	Mike Conley	17,18	Estados Unidos
		Bronze	Giovanni Evangelisti	8,24	Itália	Keith Connor	16,87	Grã-Bretanha
XXIV Jogos Olímpicos de Seul - Coreia do Sul 1988	Masculino	Ouro	Carl Lewis	8,72	Estados Unidos	Hristo Markov	17,61	Bulgária
		Prata	Mike Powell	8,47	Estados Unidos	Igor Lapshin	17,52	União Soviética
		Bronze	Larry Myricks	8,27	Estados Unidos	Alexandre Kovalenko	17,42	União Soviética
XXV Jogos Olímpicos de Barcelona - Espanha 1992	Masculino	Ouro	Carl Lewis	8,67	Estados Unidos	Mike Conley	18,17	Estados Unidos
		Prata	Mike Powell	8,64	Estados Unidos	Frank Rutherford	17,60	Estados Unidos
		Bronze	Joe Greene	8,34	Estados Unidos	Frank Rutherford	17,36	Bahamas
XXVI Jogos Olímpicos de Atlanta - EUA 1996	Masculino	Ouro	Carl Lewis	8,50	Estados Unidos	Kenny Harrison	18,09	Estados Unidos
		Prata	James Beckford	8,29	Jamaica	Jonathan Edwards	17,88	Grã-Bretanha
		Bronze	Joe Greene	8,24	Estados Unidos	Yoelvis Quesada	17,44	Cuba
XXVII Jogos Olímpicos de Sydney - Austrália 2000	Masculino	Ouro	Iván Pedroso	8,55	Cuba	Jonathan Edwards	17,71	Grã-Bretanha
		Prata	Jai Taurima	8,47	Austrália	Yoel García	17,47	Cuba
		Bronze	Roman Schurenko	8,32	Ucrânia	Denis Kapustin	17,46	Rússia
XXVIII Jogos Olímpicos de Atenas - Grécia 2004	Masculino	Ouro	Dwight Phillips	8,59	Estados Unidos	Christian Olsson	17,79	Suécia
		Prata	John Moffitt	8,47	Estados Unidos	Marian Oprea	17,55	Roménia
		Bronze	Joan Lino Martínez	8,32	Espanha	Danila Burkenya	17,48	Rússia
XXIX Jogos Olímpicos de Pequim - China 2008	Masculino	Ouro	Irving Saladino	8,34	Panamá	Nelson Évora	17,67	Portugal
		Prata	Khotso Mokoena	8,24	África do Sul	Phillips Idowu	17,62	Grã-Bretanha
		Bronze	Ibrahim Camejo	8,20	Cuba	Leevan Sands	17,59	Bahamas

Fontes: Disponível nos sites:

http://pt.wikipedia.org/wiki/Atletismo_nos_Jogos_Ol%C3%ADmpicos_de_Ver%C3%A3o_de_2004,

http://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_medalhados_ol%C3%ADmpicos_em_atletismo_%28homens%29#Salto_em_comprimento_2F_Salto_em_dist.C3%A2ncia, e

<http://www.clicrbs.com.br/olimpiadas2008/jsp/default.jsp?capId=329&uf=1&local=1§ion=Recordes>. (acesso em 02 e 04/02/2008)

Planilha com a relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna e a classificação do 1º, 2º e 3º lugar dos atletas nas provas de saltos horizontais masculino

Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008)			Saltos Horizontais (em metro)					
			Salto em Distância			Salto Triplo		
Cidades/Países	Categoria	Classificação	Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País

Fontes: Disponível nos sites:

http://pt.wikipedia.org/wiki/Atletismo_nos_Jogos_Ol%C3%ADmpicos_de_Ver%C3%A3o_de_2004,

http://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_medalhistas_de_atletismo_nos_Jogos_Ol%C3%ADmpicos_de_Ver%C3%A3o_de_1896, e

<http://www.clicrbs.com.br/olimpiadas2008/jsp/default.jsp?capald=329&uf=1&local=1§ion=Recordes>. (acesso em 02 e 04/02/2008)

NOTA: Atualmente (fev. 2008) o recorde mundial da prova do salto em distância masculino, que perdura por 17 anos, está em poder do atleta Mike Powell, com a marca de 8,95 metros, conquistado em 30 de agosto de 1991. Enquanto o recorde mundial da prova do salto triplo masculino, que já dura 13 anos, encontra-se em poder do atleta Jonathan Edwards, com a marca de 18,29 metros, obtido em 7 de agosto de 1995.

Planilha B Relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008) com os nomes e as nacionalidades dos atletas, por prova de salto, por premiação obtida e suas respectivas marcas, olímpica ou mundial.

Planilha com a relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna e a classificação do 1º, 2º e 3º lugar das atletas nas provas de saltos verticais feminino								
Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008)			Saltos Verticais (em metro)					
Cidade / País / Ano	Categoria	Classificação	Salto com Vara			Salto em Altura		
			Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País
IX Jogos Olímpicos de Amsterdã - França 1928	Feminino	Ouro	-	-	-	Ethel Catherwood	1,59	Canadá
		Prata	-	-	-	Lien Gisoif	1,56	Países Baixos
		Bronze	-	-	-	Mildred Wiley	1,56	Estados Unidos
X Jogos Olímpicos de Los Angeles - EUA 1932	Feminino	Ouro	-	-	-	Jean Shiley	1,65	Estados Unidos
		Prata	-	-	-	Mildred Didrikson	1,65	Estados Unidos
		Bronze	-	-	-	Eva Dawes	1,60	Canadá
XI Jogos Olímpicos de Berlim - Alemanha 1936	Feminino	Ouro	-	-	-	Ibolya Csák	1,60	Hungria
		Prata	-	-	-	Dorothy Odam	1,60	Grã-Bretanha
		Bronze	-	-	-	Elfriede Kaun	1,60	Alemanha
XII Jogos Olímpicos de Tóquio - Japão 1940	Jogos não realizado (2ª Guerra Mundial de 1939 a 1945)							
XIII Jogos Olímpicos de Londres - Reino Unido 1944	Jogos não realizado (2ª Guerra Mundial de 1939 a 1945)							
XIV Jogos Olímpicos de Londres - Reino Unido 1948	Feminino	Ouro	-	-	-	Alice Coachman	1,68	Estados Unidos
		Prata	-	-	-	Dorothy Tyler	1,68	Grã-Bretanha
		Bronze	-	-	-	Micheline Ostermeyer	1,61	França
XV Jogos Olímpicos de Helsínque - Finlândia 1952	Feminino	Ouro	-	-	-	Esther Brand	1,67	África do Sul
		Prata	-	-	-	Sheila Lerwill	1,65	Grã-Bretanha
		Bronze	-	-	-	Aleksandra Chudina	1,63	União Soviética
XVI Jogos Olímpicos de Melbourne - Austrália 1956	Feminino	Ouro	-	-	-	Mildred McDaniel	1,76	Estados Unidos
		Prata	-	-	-	Thelma Elizabeth Hopkins	1,67	Grã-Bretanha
		Bronze	-	-	-	Mariya Pissareva	1,67	União Soviética
XVII Jogos Olímpicos de Roma - Itália 1960	Feminino	Ouro	-	-	-	Iolanda Balaş	1,85	Romênia
		Prata	-	-	-	Jaroslawa Jozwiakowska	1,71	Polónia
		Bronze	-	-	-	Dorothy Shirley	1,71	Grã-Bretanha
XVIII Jogos Olímpicos de Tóquio - Japão 1964	Feminino	Ouro	-	-	-	Iolanda Balaş	1,90	Romênia
		Prata	-	-	-	Michelle Brown	1,80	Austrália
		Bronze	-	-	-	Taisiya Chenchik	1,78	União Soviética
XIX Jogos Olímpicos de Cidade do México - México 1968	Feminino	Ouro	-	-	-	Milovslava Rezková	1,82	Checoslováquia
		Prata	-	-	-	Antonina Okorokova	1,80	União Soviética
		Bronze	-	-	-	Valentina Kozyr	1,80	União Soviética
XX Jogos Olímpicos de Munique - Alemanha 1972	Feminino	Ouro	-	-	-	Ulrike Meyfarth	1,91	Alemanha Ocidental
		Prata	-	-	-	Yorganka Blagoeva	1,88	Bulgária
		Bronze	-	-	-	Ilona Gusenbauer	1,88	Áustria
XXI Jogos Olímpicos de Montreal - Canadá 1976	Feminino	Ouro	-	-	-	Rosemarie Ackermann	1,93	Alemanha Oriental
		Prata	-	-	-	Sara Simeoni	1,91	Itália
		Bronze	-	-	-	Yordanka Blagoeva-Dimitrova	1,91	Bulgária
XXII Jogos Olímpicos de Moscou - Rússia 1980	Feminino	Ouro	-	-	-	Sara Simeoni	1,97	Itália
		Prata	-	-	-	Urszula Kielan	1,94	Polónia
		Bronze	-	-	-	Jutta Kirst	1,94	Alemanha Oriental
XXIII Jogos Olímpicos de Los Angeles - EUA 1984	Feminino	Ouro	-	-	-	Ulrike Meyfarth	2,02	Alemanha Ocidental
		Prata	-	-	-	Sara Simeoni	2,00	Itália
		Bronze	-	-	-	Joni Huntley	1,97	Estados Unidos
XXIV Jogos Olímpicos de Seul - Coreia do Sul 1988	Feminino	Ouro	-	-	-	Louise Ritter	2,03	Estados Unidos
		Prata	-	-	-	Stefka Kostadinova	2,01	Bulgária
		Bronze	-	-	-	Tamara Bykova	1,99	União Soviética

Planilha com a relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna e a classificação do 1º, 2º e 3º lugar das atletas nas provas de saltos verticais feminino								
Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008)			Saltos Verticais (em metro)					
Cidade / País / Ano	Categoria	Classificação	Salto com Vara			Salto em Altura		
			Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País
XXV Jogos Olímpicos de Barcelona - Espanha 1992	Feminino	Ouro	-	-	-	Heike Henkel	2,02	Alemanha
		Prata	-	-	-	Alina Astafei	2,00	Roménia
		Bronze	-	-	-	Joanet Quintero	1,97	Cuba
XXVI Jogos Olímpicos de Atlanta - EUA 1996	Feminino	Ouro	-	-	-	Stefka Kostadinova	2,05	Bulgária
		Prata	-	-	-	Niki Bakogianni	2,03	Grécia
		Bronze	-	-	-	Inga Babakova	2,01	Ucrânia
XXVII Jogos Olímpicos de Sydney - Austrália 2000	Feminino	Ouro	Stacy Dragila	4,60	Estados Unidos	Yelena Yelesina	2,01	Rússia
		Prata	Tatiana Grigorieva	4,55	Rússia	Hestrie Cloete	2,01	África do Sul
		Bronze	Vala Flosadóttir	4,50	Islândia	Kajsa Bergqvist	1,99	Suécia
XXVIII Jogos Olímpicos de Atenas - Grécia 2004	Feminino	Ouro	Yelena Isinbayeva	4,91	Rússia	Oana Pantelimon	1,99	Roménia
		Prata	Svetlana Feofanova	4,75	Rússia	Yelena Slesarenko	2,06	Rússia
		Bronze	Anna Rogowska	4,70	Polónia	Hestrie Cloete	2,02	África do Sul
XXIX Jogos Olímpicos de Pequim - China 2008	Feminino	Ouro	Yelena Isinbayeva	5,05	Rússia	Viktoriya Styopina	2,02	Ucrânia
		Prata	Jennifer Stuezynski	4,80	Estados Unidos	Tia Hellebant	2,05	Bélgica
		Bronze	Svetlana Feofanova	4,75	Rússia	Blanka Vlasic	2,05	Croácia
						Anna Chicherova	2,03	Rússia

Fontes Disponíveis nos sites:
http://pt.wikipedia.org/wiki/Atletismo_nos_Jogos_Ol%C3%ADmpicos_de_Ver%C3%A3o_de_2004,
http://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_medalhados_ol%C3%ADmpicos_em_atletismo_%28homens%29#Salto_em_comprimento_2F_Salto_em_dist%C3%A2ncia_e, e
<http://www.clicrbs.com.br/olimpiadas2008/jsp/default.jsp?capald=329&uf=1&local=1§ion=Recordes> . (acesso em 02 e 04/02/2008)

NOTA: Atualmente (fev. 2008) o recorde mundial da prova do salto com vara feminino, que perdura por 3 anos, está em poder da atleta Yelena Isinbayeva, com a marca de 5,01 metros, conquistado em 9 de agosto de 2005. Enquanto o recorde mundial da prova do salto em altura feminino, que já dura 21 anos, encontra-se em poder da atleta Stefka Kostadinova, com a marca de 2,09 metros, obtido em 30 de agosto de 1987.

Planilha B - Relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008) com os nomes e as nacionalidades dos atletas, por prova de salto, por premiação obtida e suas respectivas marcas, olímpica ou mundial.

Planilha com a relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna e a classificação do 1º, 2º e 3º lugar das atletas nas provas de saltos horizontais feminino								
Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008)			Saltos Horizontais (em metro)					
Cidade / País / Ano	Categoria	Classificação	Salto em Distância			Salto Triplo		
			Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País
XIV Jogos Olímpicos de Londres - Reino Unido 1948	Feminino	Ouro	Olga Gyarmati	5,69	Hungria	-	-	-
		Prata	Noëmi Simonetto de Portela	5,60	Argentina	-	-	-
		Bronze	Ann-Britt Leyman	5,57	Suécia	-	-	-
XV Jogos Olímpicos de Helsinque - Finlândia 1952	Feminino	Ouro	Yvette Williams	6,24	Nova Zelândia	-	-	-
		Prata	Aleksandra Chudina	6,14	União Soviética	-	-	-
		Bronze	Shirley Cawley	5,92	Grã-Bretanha	-	-	-
XVI Jogos Olímpicos de Melbourne - Austrália 1956	Feminino	Ouro	Elzbieta Dunska-Krzesinska	6,35	Polónia	-	-	-
		Prata	Willie B. White	6,09	Estados Unidos	-	-	-
		Bronze	Nadezhda Khnykina-Dvalishvili	6,07	União Soviética	-	-	-
XVII Jogos Olímpicos de Roma - Itália 1960	Feminino	Ouro	Vera Krepkina	6,37	União Soviética	-	-	-
		Prata	Elzbieta Krzesinska	6,27	Polónia	-	-	-
		Bronze	Hildrun Claus	6,21	Equipa Alemã Unida	-	-	-
XVIII Jogos Olímpicos de Tóquio - Japão 1964	Feminino	Ouro	Mary Rand	6,76	Grã-Bretanha	-	-	-
		Prata	Irena Szewińska	6,60	Polónia	-	-	-
		Bronze	Tatyana Shchelkanova	6,42	União Soviética	-	-	-
XIX Jogos Olímpicos de Cidade do México - México 1968	Feminino	Ouro	Viorica Viscopoleanu	6,82	Roménia	-	-	-
		Prata	Sheila Sherwood	6,68	Grã-Bretanha	-	-	-
		Bronze	Tatyana Talyshva	6,66	União Soviética	-	-	-
XX Jogos Olímpicos de Munique - Alemanha 1972	Feminino	Ouro	Heide Rosendahl	6,78	Alemanha Ocidental	-	-	-
		Prata	Diana Yorgova	6,77	Bulgária	-	-	-
		Bronze	Eva Šuranová	6,67	Checoslováquia	-	-	-
XXI Jogos Olímpicos de Montreal - Canadá 1976	Feminino	Ouro	Angela Voigt	6,72	Alemanha Oriental	-	-	-
		Prata	Catherine McMillan	6,66	Estados Unidos	-	-	-
		Bronze	Lidia Alfeyeva	6,60	União Soviética	-	-	-
XXII Jogos Olímpicos de Moscovo - Rússia 1980	Feminino	Ouro	Tatyana Kolpakova	7,06	União Soviética	-	-	-
		Prata	Brigitte Wujak	7,04	Alemanha Oriental	-	-	-
		Bronze	Tatyana Skachko	7,01	União Soviética	-	-	-
XXIII Jogos Olímpicos de Los Angeles - EUA 1984	Feminino	Ouro	Anisoara Cuşmir-Stanciu	6,96	Roménia	-	-	-
		Prata	Vali Ionescu	6,81	Roménia	-	-	-
		Bronze	Susan Hearnshaw	6,80	Grã-Bretanha	-	-	-
XXIV Jogos Olímpicos de Seul - Coreia do Sul 1988	Feminino	Ouro	Jackie Joyner-Kersey	7,40	Estados Unidos	-	-	-
		Prata	Heike Drechsler	7,22	Alemanha Oriental	-	-	-
		Bronze	Galina Chistyakova	7,11	União Soviética	-	-	-
XXV Jogos Olímpicos de Barcelona - Espanha 1992	Feminino	Ouro	Heike Drechsler	7,14	Alemanha	-	-	-
		Prata	Inessa Kravets	7,12	Equipa Unificada	-	-	-
		Bronze	Jackie Joyner-Kersey	7,07	Estados Unidos	-	-	-
XXVI Jogos Olímpicos de Atlanta - EUA 1996	Feminino	Ouro	Chioma Ajunwa	7,12	Nigéria	Inessa Kravets	15,33	Ucrânia
		Prata	Fiona May	7,02	Itália	Inna Lasovskaya	14,98	Rússia
		Bronze	Jackie Joyner-Kersey	7,00	Estados Unidos	Sárka Kašpárková	14,98	República Checa
XXVII Jogos Olímpicos de Sydney - Austrália 2000	Feminino	Ouro	Heike Drechsler	6,99	Alemanha	Tereza Marinova	15,20	Bulgária
		Prata	Fiona May	6,92	Itália	Tatyana Lebedeva	15,00	Rússia
		Bronze	Marion Jones	6,92	Estados Unidos	Olena Hovorova	14,96	Ucrânia
XXVIII Jogos Olímpicos de Atenas - Grécia 2004	Feminino	Ouro	Tatyana Lebedeva	7,07	Rússia	Françoise Mbango Etone	15,30	Camarões
		Prata	Irina Simagina	7,05	Rússia	Hrysopyli Devetzi	15,25	Grécia
		Bronze	Tatyana Kotova	7,05	Rússia	Tatyana Lebedeva	15,14	Rússia

Planilha com a relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna e a classificação do 1º, 2º e 3º lugar das atletas nas provas de saltos horizontais feminino								
Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008)			Saltos Horizontais (em metro)					
Cidade / País / Ano	Categoria	Classificação	Salto em Distância			Salto Triplo		
			Atleta	Marca	País	Atleta	Marca	País
XXIX Jogos Olímpicos de Pequim - China 2008	Feminino	Ouro	Maurren Maggi	7,04	Brasil	Françoise Mbango Etone	15,39	Camarões
		Prata	Tatyana Lebedeva	7,03	Rússia	Tatyana Lebedeva	15,32	Rússia
		Bronze	Blessing Okagbare	6,91	Nigéria	Hrysopiyi Devetzi	15,23	Grécia

Fontes: Disponíveis nos sites:

http://pt.wikipedia.org/wiki/Atletismo_nos_Jogos_Ol%C3%ADmpicos_de_Ver%C3%A3o_de_2004,

http://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_medalhistas_ol%C3%ADmpicos_em_atletismo_%28homens%29#Salto_em_comprimento_2F_Salto_em_dist%C3%A2ncia, e

<http://www.clicrbs.com.br/olimpiadas2008/jsp/default.jsp?capald=329&uf=1&local=1§ion=Recordes>. (acesso em 02 e 04/02/2008)

NOTA: Atualmente (fev. 2008) o recorde mundial da prova do salto em distância feminino, que perdura por 20 anos, está em poder da atleta Galina Christyakova, com a marca de 7,52 metros, conquistado em 11 de junho de 1988. Enquanto o recorde mundial da prova do salto triplo feminino, que já dura 13 anos, encontra-se em poder da atleta Inessa Kravets, com a marca de 15,50 metros, obtido em 10 de agosto de 1995.

Planilha B - Relação dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna (de 1896 a 2008) com os nomes e as nacionalidades dos atletas, por prova de salto, por premiação obtida e suas respectivas marcas, olímpica ou mundial.

APÊNDICE C

Amostras gráficas das evoluções dos saltos horizontal e vertical, masculino e feminino, dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna de 1896 a 2008.

Gráfico ScvM
Planilhas B1 1, B1 2 e B1 3

Classificação e marcas da prova de salto com vara masculino de 1896 a 2008

Jogos	Ano	Ouro	Prata	Bronze
I	1896	3,30	3,20	2,60
II	1900	3,30	3,25	3,20
III	1904	3,50	3,35	3,35
IV	1908	3,71		3,58
V	1912	3,95	3,85	
VI	1916			
VII	1920	4,09	3,70	3,60
VIII	1924	3,95	3,95	3,90
IX	1928	4,20	4,10	3,95
X	1932	4,32	4,30	4,20
XI	1936	4,35	4,25	4,25
XII	1940			
XIII	1944			
XIV	1948	4,30	4,20	4,20
XV	1952	4,55	4,50	4,40
XVI	1956	4,56	4,53	4,50
XVII	1960	4,70	4,60	4,55
XVIII	1964	5,10	5,05	5,00
XIX	1968	5,40	5,40	5,40
XX	1972	5,50	5,40	5,35
XXI	1976	5,50	5,50	5,50
XXII	1980	5,78	5,65	5,65
XXIII	1984	5,75	5,65	5,60
XXIV	1988	5,90	5,85	5,80
XXV	1992	5,80	5,80	5,75
XXVI	1996	5,92	5,92	5,92
XXVII	2000	5,90	5,90	5,90
XXVIII	2004	5,95	5,90	5,85
XXIX	2008	5,96	5,85	5,70
Média Aritmética		4,82	4,79	4,71
Mediana		4,56	4,57	4,53
Moda		3,30	5,40	4,20

Amostra gráfica da evolução do Salto com Vara Masculino ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008

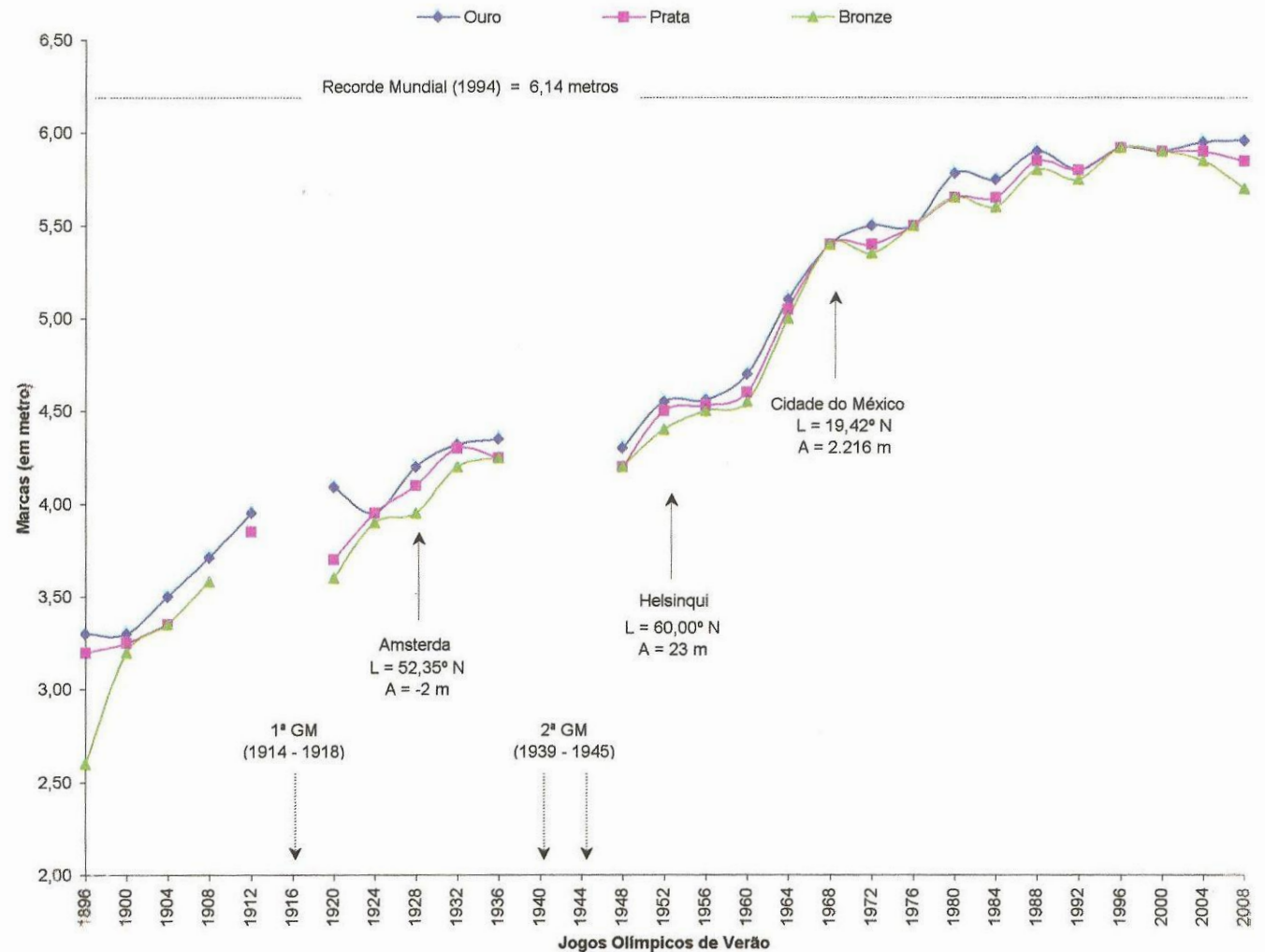


Gráfico SaM
Planilhas B1 1, B1 2 e B1 3

Classificação e marcas da prova de salto em altura
masculino de 1896 a 2008

Jogos	Ano	Ouro	Prata	Bronze
I	1896	1,81	1,65	
II	1900	1,90	1,78	1,75
III	1904	1,80	1,77	1,77
IV	1908	1,90	1,88	
V	1912	1,93	1,91	1,89
VI	1916			
VII	1920	1,935	1,90	1,90
VIII	1924	1,98	1,95	1,92
IX	1928	1,94	1,94	1,91
X	1932	1,97	1,97	1,97
XI	1936	2,03	2,00	2,00
XII	1940			
XIII	1944			
XIV	1948	1,98	1,95	1,95
XV	1952	2,04	2,01	1,98
XVI	1956	2,12	2,10	2,08
XVII	1960	2,16	2,16	2,14
XVIII	1964	2,18	2,18	2,16
XIX	1968	2,24	2,22	2,2
XX	1972	2,23	2,21	2,21
XXI	1976	2,25	2,23	2,21
XXII	1980	2,36	2,31	2,31
XXIII	1984	2,35	2,33	2,31
XXIV	1988	2,03	2,01	1,99
XXV	1992	2,34	2,34	2,34
XXVI	1996	2,39	2,37	2,36
XXVII	2000	2,35	2,32	2,32
XXVIII	2004	2,36	2,34	2,34
XXIX	2008	2,36	2,34	2,34
Média Aritmética		2,11	2,08	2,10
Mediana		2,04	2,01	2,08
Moda		1,90	1,95	2,21

Amostra gráfica da evolução do Salto em Altura Masculino ao longo dos
Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008

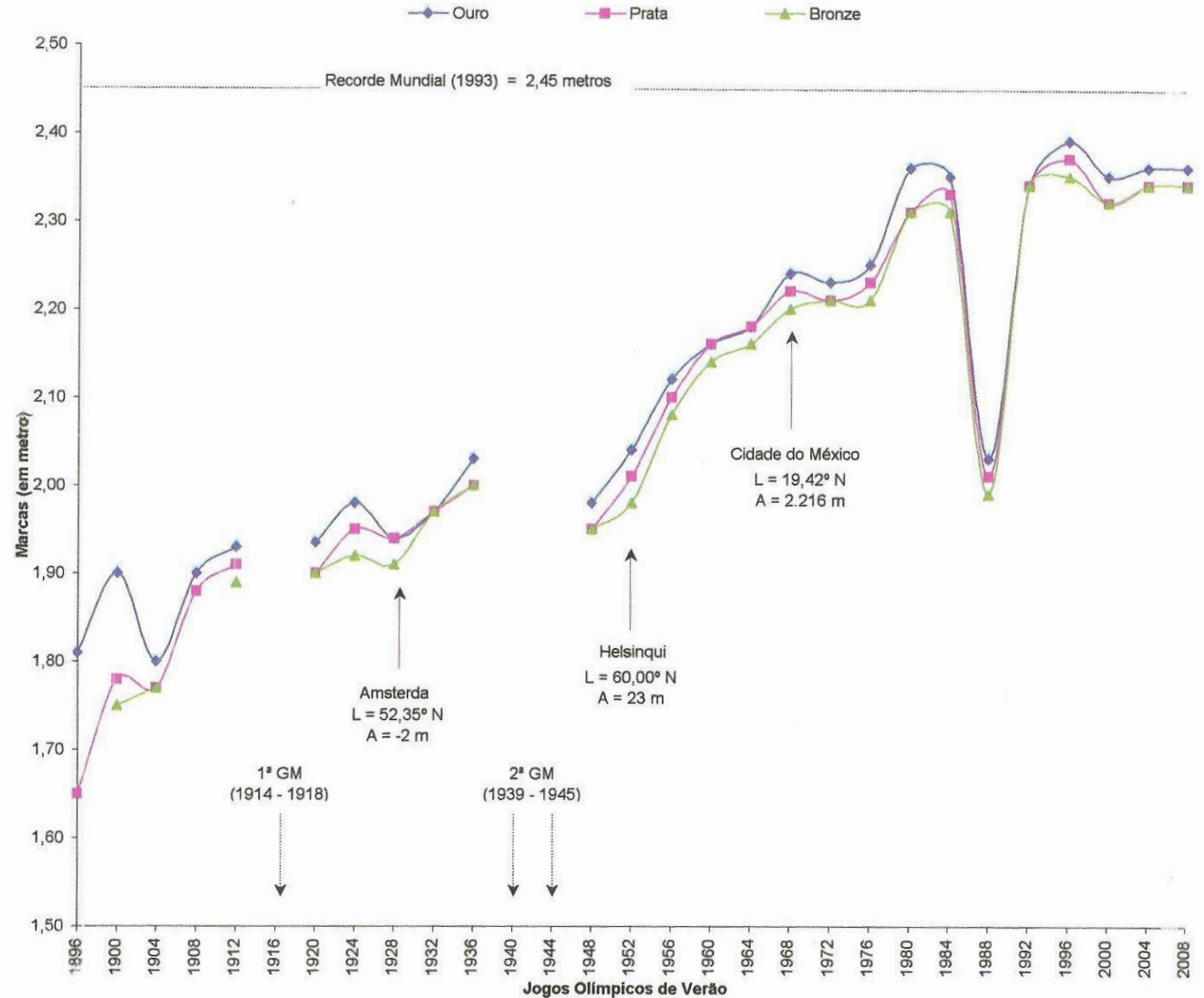


Gráfico SdM
Planilhas B2 1, B2 2 e B2 3

Classificação e marcas da prova de salto em distância masculino de 1896 a 2008

Jogos	Ano	Ouro	Prata	Bronze
I	1896	6,35	6,00	5,84
II	1900	7,175	6,93	6,755
III	1904	7,34	6,89	6,88
IV	1908	7,48	7,09	7,08
V	1912	7,60	7,21	7,18
VI	1916			
VII	1920	7,15	7,09	7,08
VIII	1924	7,44	7,27	7,26
IX	1928	7,73	7,58	7,40
X	1932	7,64	7,60	7,45
XI	1936	8,06	7,78	7,74
XII	1940			
XIII	1944			
XIV	1948	7,82	7,55	7,54
XV	1952	7,57	7,53	7,30
XVI	1956	7,83	7,68	7,48
XVII	1960	8,12	8,11	8,04
XVIII	1964	8,07	8,03	7,99
XIX	1968	8,90	8,19	8,16
XX	1972	8,24	8,18	8,03
XXI	1976	8,35	8,11	8,02
XXII	1980	8,54	8,21	8,18
XXIII	1984	8,54	8,24	8,24
XXIV	1988	8,72	8,47	8,27
XXV	1992	8,67	8,64	8,34
XXVI	1996	8,50	8,29	8,24
XXVII	2000	8,55	8,47	8,32
XXVIII	2004	8,59	8,47	8,32
XXIX	2008	8,34	8,24	8,20
Média Aritmética		7,97	7,76	7,67
Mediana		8,07	7,91	7,87
Moda		8,54	8,47	7,08

Amostra gráfica da evolução do Salto em Distância Masculino ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008

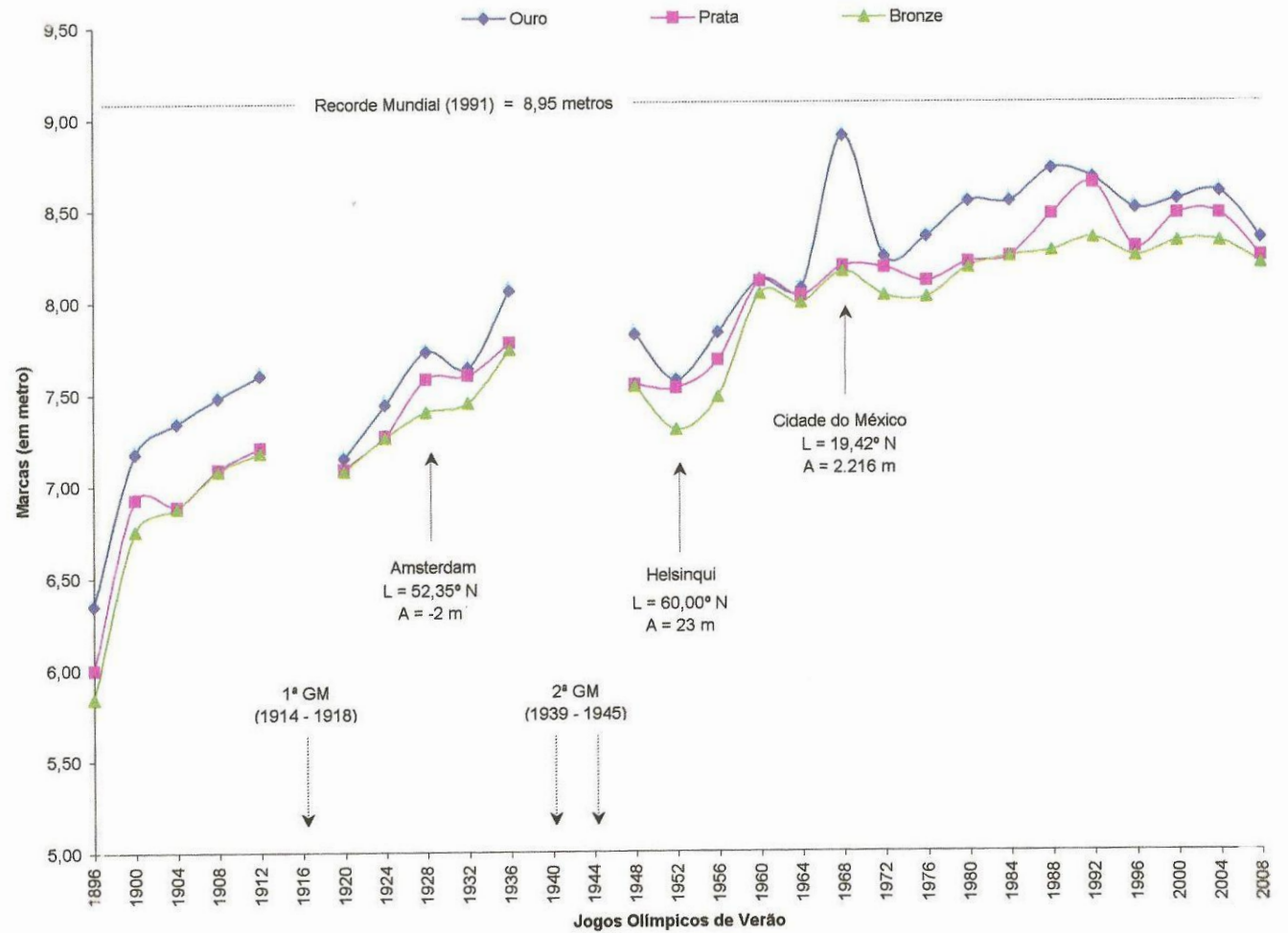


Gráfico StM
Planilhas B2 1, B2 2 e B2 3

Classificação e marcas da prova de salto triplo masculino de 1896 a 2008

Jogos	Ano	Ouro	Prata	Bronze
I	1896	13,71	12,70	12,52
II	1900	14,47	13,97	13,64
III	1904	14,35	13,90	13,36
IV	1908	14,92	14,76	14,39
V	1912	14,76	14,51	14,17
VI	1916			
VII	1920	14,50	14,48	14,27
VIII	1924	15,52	15,42	15,37
IX	1928	15,21	15,17	15,11
X	1932	16,72	15,32	15,12
XI	1936	16,00	15,66	15,50
XII	1940			
XIII	1944			
XIV	1948	15,40	15,36	15,02
XV	1952	16,22	15,98	15,52
XVI	1956	16,35	16,26	16,02
XVII	1960	16,81	16,63	16,43
XVIII	1964	16,85	16,58	16,57
XIX	1968	17,39	17,27	17,22
XX	1972	17,35	17,31	17,05
XXI	1976	17,29	17,18	16,90
XXII	1980	17,35	17,24	17,22
XXIII	1984	17,26	17,18	16,87
XXIV	1988	17,61	17,52	17,42
XXV	1992	18,17	17,60	17,36
XXVI	1996	18,09	17,88	17,44
XXVII	2000	17,71	17,47	17,46
XXVIII	2004	17,79	17,55	17,48
XXIX	2008	17,67	17,62	17,59
Média Aritmética		16,33	16,10	15,89
Mediana		16,35	16,26	16,02
Moda		17,35	17,18	17,22

Amostra gráfica da evolução do Salto Triplo Masculino ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008

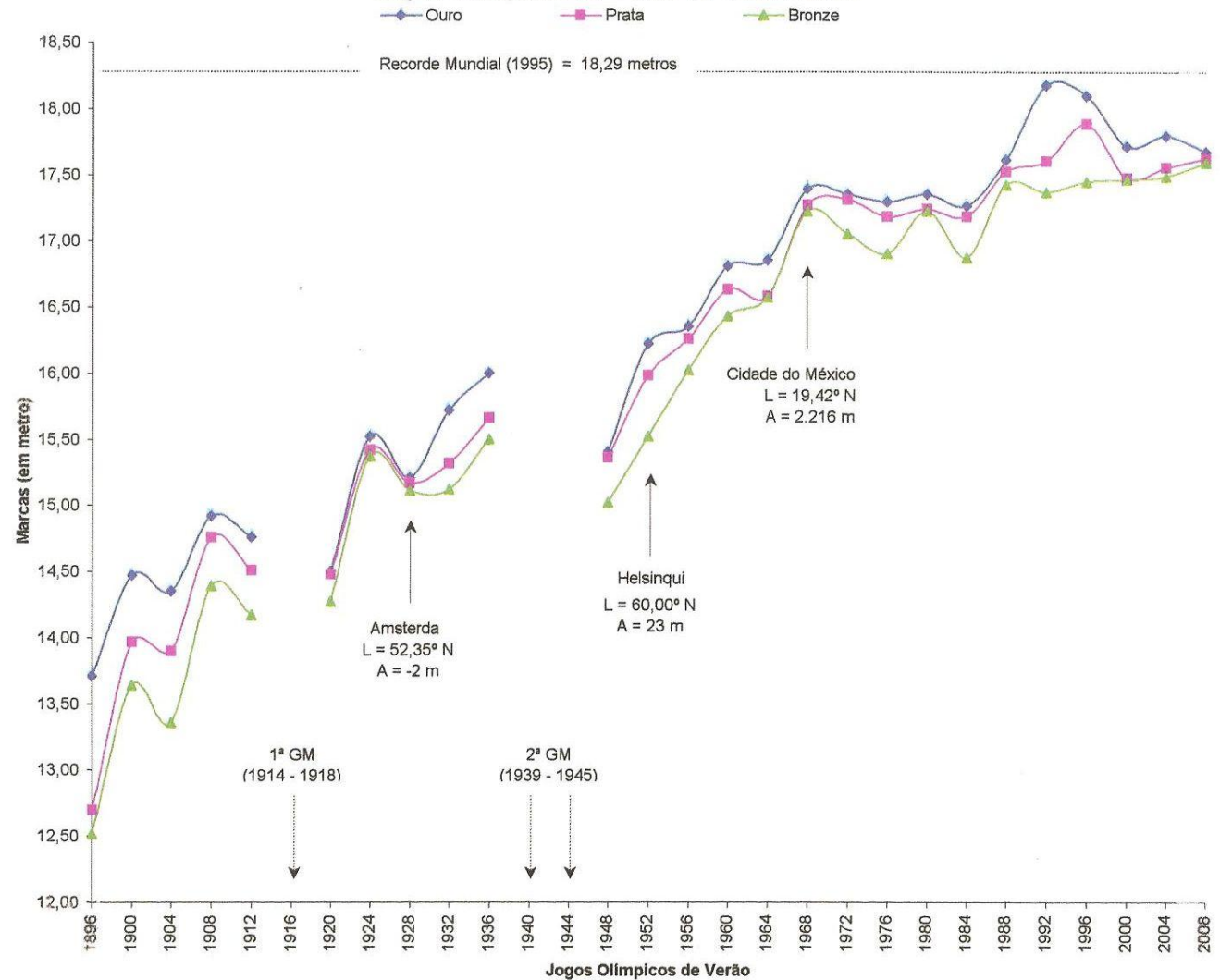
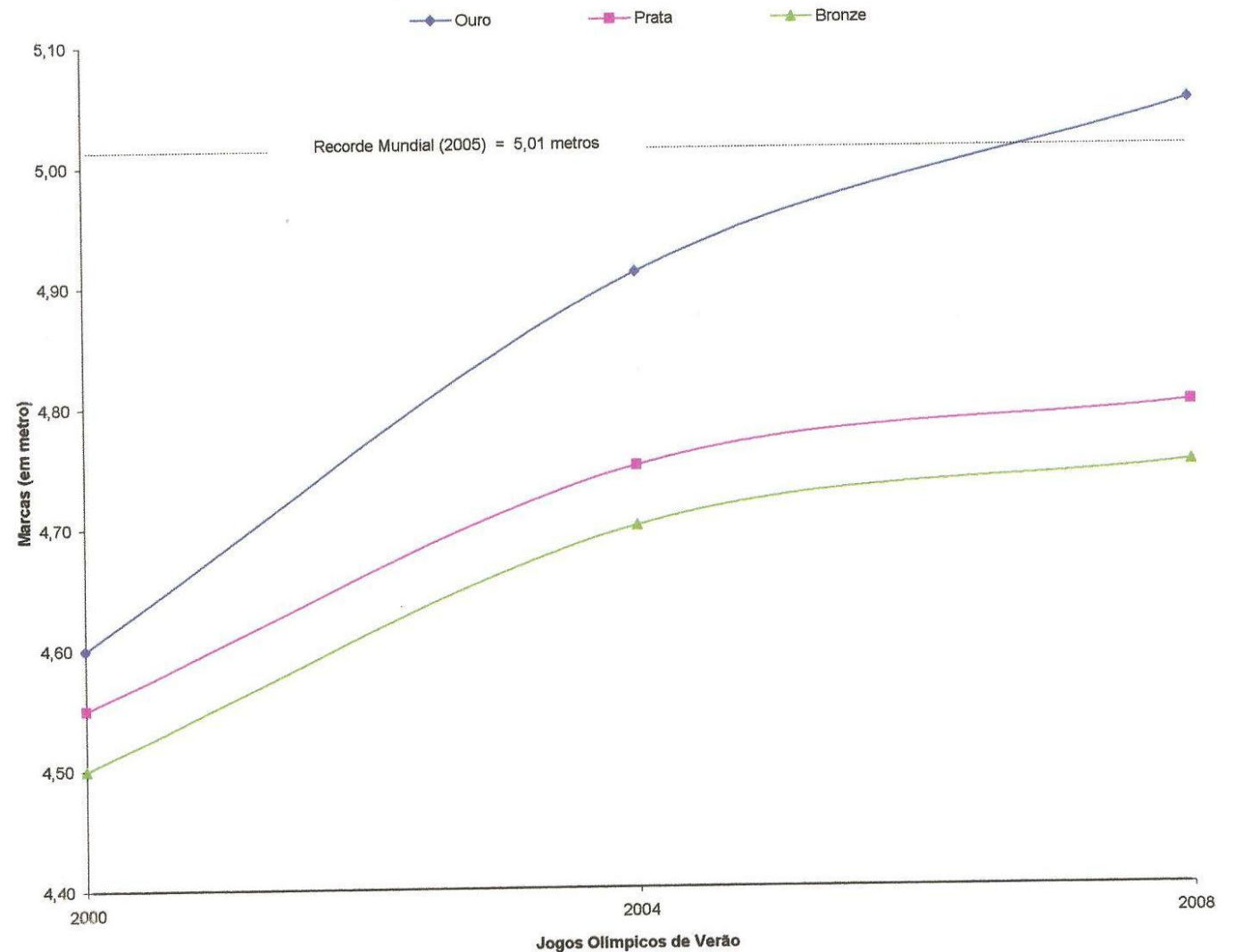


Gráfico ScvF
Planilhas C1 1 e C1 2

Classificação e marcas da prova de slato com vara
feminino de 1896 a 2008

Jogos	Ano	Ouro	Prata	Bronze
I	1896	-	-	-
II	1900	-	-	-
III	1904	-	-	-
IV	1908	-	-	-
V	1912	-	-	-
VI	1916	-	-	-
VII	1920	-	-	-
VIII	1924	-	-	-
IX	1928	-	-	-
X	1932	-	-	-
XI	1936	-	-	-
XII	1940	-	-	-
XIII	1944	-	-	-
XIV	1948	-	-	-
XV	1952	-	-	-
XVI	1956	-	-	-
XVII	1960	-	-	-
XVIII	1964	-	-	-
XIX	1968	-	-	-
XX	1972	-	-	-
XXI	1976	-	-	-
XXII	1980	-	-	-
XXIII	1984	-	-	-
XXIV	1988	-	-	-
XXV	1992	-	-	-
XXVI	1996	-	-	-
XXVII	2000	4,60	4,55	4,50
XXVIII	2004	4,91	4,75	4,70
XXIX	2008	5,05	4,80	4,75
Média Aritmética		4,76	4,65	4,60
Mediana		4,76	4,65	4,60
Moda		#N/D	#N/D	#N/D

Amostra gráfica da evolução do Salto com Vara Feminino ao longo dos
Jogos Olímpicos de Verão de 2000 a 2008



Classificação e marcas da prova de salto em altura
feminino de 1896 a 2008

Jogos	Ano	Ouro	Prata	Bronze
I	1896	-	-	-
II	1900	-	-	-
III	1904	-	-	-
IV	1908	-	-	-
V	1912	-	-	-
VI	1916	-	-	-
VII	1920	-	-	-
VIII	1924	-	-	-
IX	1928	1,59	1,56	1,56
X	1932	1,65	1,65	1,60
XI	1936	1,60	1,60	1,60
XII	1940	-	-	-
XIII	1944	-	-	-
XIV	1948	1,68	1,68	1,61
XV	1952	1,67	1,65	1,63
XVI	1956	1,76	1,67	1,67
XVII	1960	1,85	1,71	1,71
XVIII	1964	1,90	1,80	1,78
XIX	1968	1,82	1,80	1,80
XX	1972	1,91	1,88	1,88
XXI	1976	1,93	1,91	1,91
XXII	1980	1,97	1,94	1,94
XXIII	1984	2,02	2,00	1,97
XXIV	1988	2,03	2,01	1,99
XXV	1992	2,02	2,00	1,97
XXVI	1996	2,05	2,03	2,01
XXVII	2000	2,01	2,01	1,99
XXVIII	2004	2,06	2,02	2,02
XXIX	2008	2,05	2,05	2,03
Média Aritmética		1,92	1,89	1,87
Mediana		1,93	1,91	1,91
Moda		2,02	1,80	1,97

Amostra gráfica da evolução do Salto em Altura Feminino ao longo dos
Jogos Olímpicos de Verão de 1928 a 2008

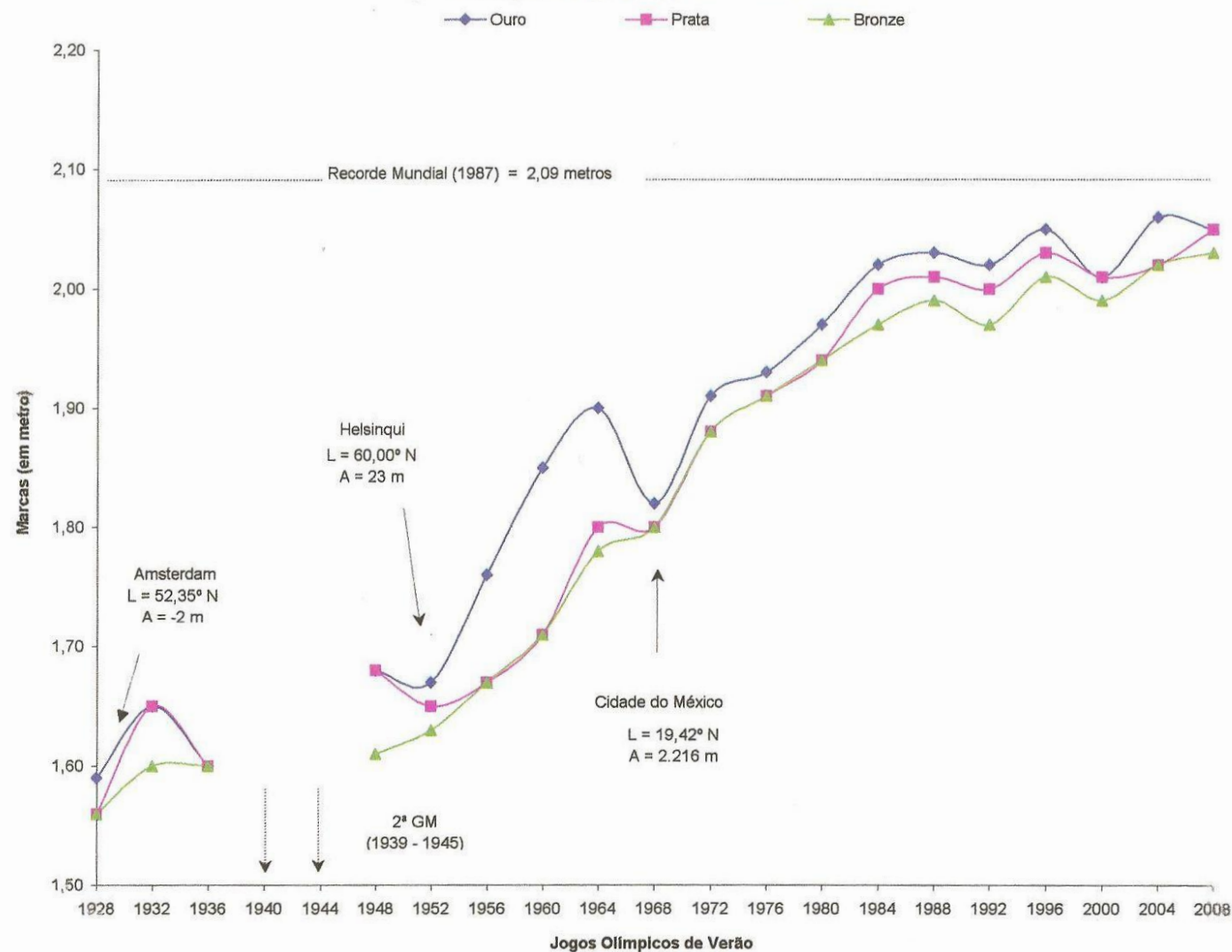


Gráfico SdF
Planilhas C2 1 e C2 2

Classificação e marcas da prova de salto em distância feminino de 1896 a 2008

Jogos	Ano	Ouro	Prata	Bronze
I	1896	-	-	-
II	1900	-	-	-
III	1904	-	-	-
IV	1908	-	-	-
V	1912	-	-	-
VI	1916	-	-	-
VII	1920	-	-	-
VIII	1924	-	-	-
IX	1928	-	-	-
X	1932	-	-	-
XI	1936	-	-	-
XII	1940	-	-	-
XIII	1944	-	-	-
XIV	1948	5,69	5,60	5,57
XV	1952	6,24	6,14	5,92
XVI	1956	6,35	6,09	6,07
XVII	1960	6,37	6,27	6,21
XVIII	1964	6,76	6,60	6,24
XIX	1968	6,82	6,68	6,66
XX	1972	6,78	6,77	6,67
XXI	1976	6,72	6,66	6,60
XXII	1980	7,06	7,04	7,01
XXIII	1984	6,96	6,81	6,80
XXIV	1988	7,40	7,22	7,11
XXV	1992	7,14	7,12	7,07
XXVI	1996	7,12	7,02	7,00
XXVII	2000	6,99	6,92	6,92
XXVIII	2004	7,07	7,05	7,05
XXIX	2008	7,04	7,03	6,91
Média Aritmética		6,78	6,69	6,61
Mediana		6,82	6,77	6,67
Moda		#N/D	#N/D	#N/D

Amostra gráfica da evolução do Salto em Distância Feminino ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1948 a 2008

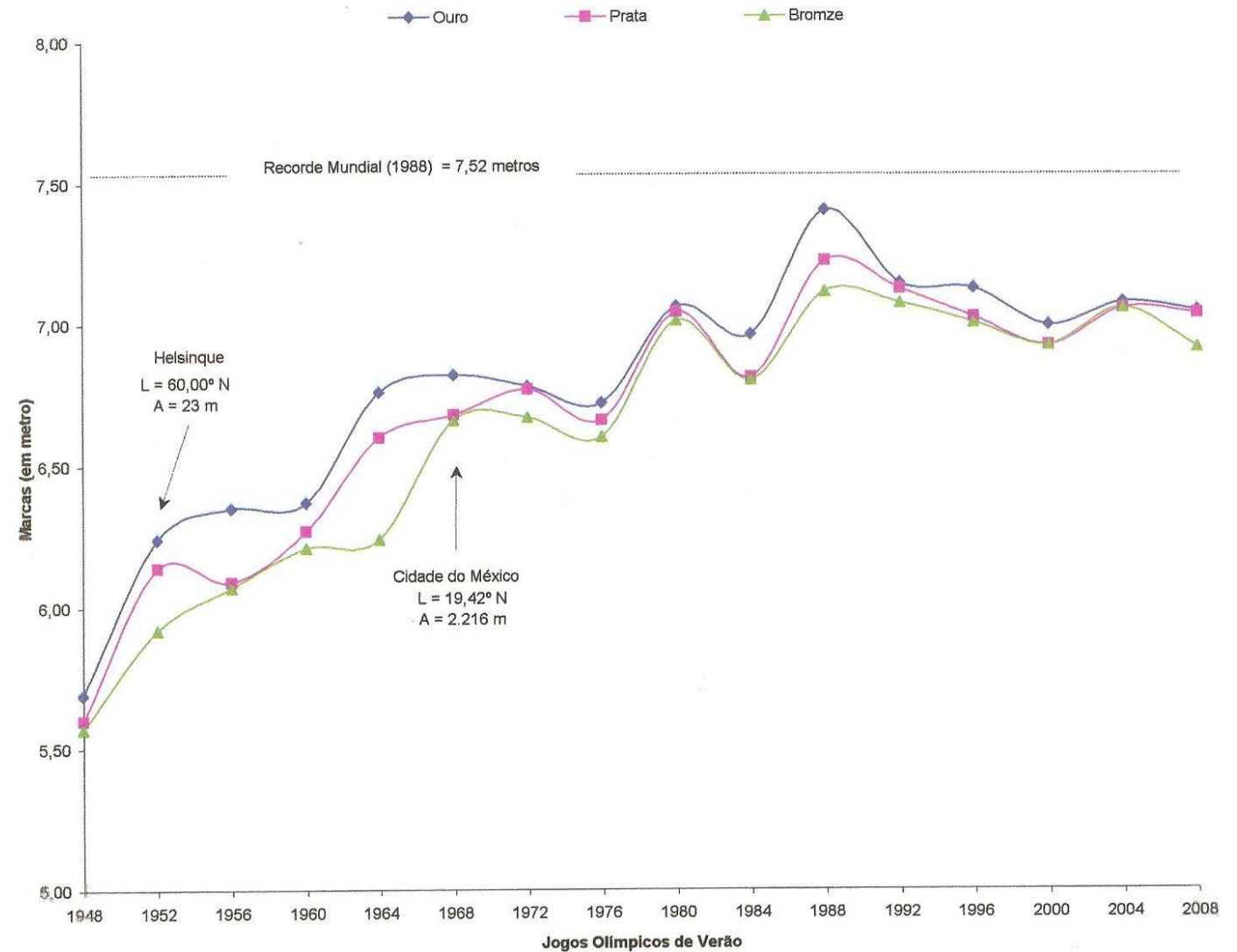
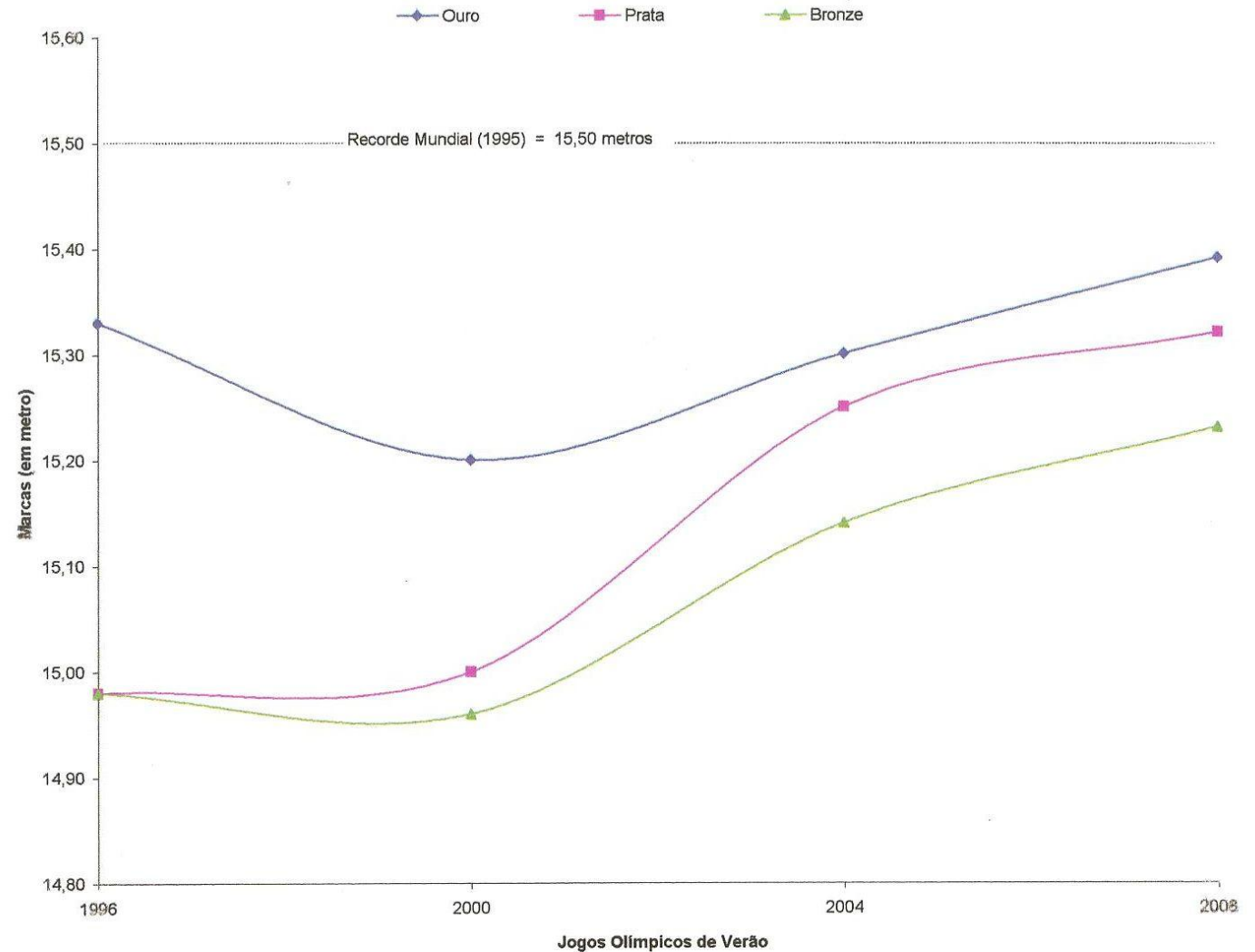


Gráfico StF
Planilhas C2 1 e C2 2

Classificação e marcas da prova de salto triplo
feminino de 1896 a 2008

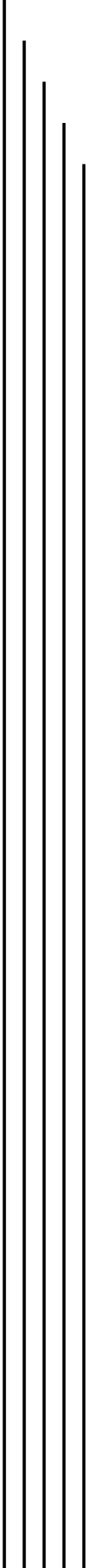
Jogos	Ano	Ouro	Prata	Bronze
I	1896	-	-	-
II	1900	-	-	-
III	1904	-	-	-
IV	1908	-	-	-
V	1912	-	-	-
VI	1916	-	-	-
VII	1920	-	-	-
VIII	1924	-	-	-
IX	1928	-	-	-
X	1932	-	-	-
XI	1936	-	-	-
XII	1940	-	-	-
XIII	1944	-	-	-
XIV	1948	-	-	-
XV	1952	-	-	-
XVI	1956	-	-	-
XVII	1960	-	-	-
XVIII	1964	-	-	-
XIX	1968	-	-	-
XX	1972	-	-	-
XXI	1976	-	-	-
XXII	1980	-	-	-
XXIII	1984	-	-	-
XXIV	1988	-	-	-
XXV	1992	-	-	-
XXVI	1996	15,33	14,98	14,98
XXVII	2000	15,20	15,00	14,96
XXVIII	2004	15,30	15,25	15,14
XXIX	2008	15,39	15,32	15,23
Média Aritmética		15,31	15,08	15,03
Mediana		15,30	15,00	14,98
Moda		#N/D	#N/D	#N/D

Amostra gráfica da evolução do Salto Triplo Feminino ao longo dos
Jogos Olímpicos de Verão de 1996 a 2008



APÊNDICE D

PRODUTO: “*Física Aplicada ao Desporto*: Um Estudo Interdisciplinar entre Física, Educação Física e Desporto”.

A decorative element on the left side of the page consisting of five vertical lines of varying heights and positions.

Física Aplicada ao Desporto

*Um Curso destinado a
alunos de Educação
Física e Desporto com
vistas ao Desporto de
Alto Rendimento*

SUMÁRIO

PLANO DE CURSO	190
EMENTA	190
JUSTIFICATIVA	190
OBJETIVO GERAL	191
OBJETIVO ESPECÍFICO	191
COMPETÊNCIAS	192
HABILIDADES	192
CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	192
CAPÍTULO I – A FÍSICA NUMA RETROSPECTIVA DOS JOGOS OLÍMPICOS DE VERÃO	192
CAPÍTULO II – AS FORÇAS DE INTERAÇÕES E SUA IMPORTÂNCIA NO SALTO EM DISTÂNCIA	193
CAPÍTULO III – INTERAÇÕES FÍSICAS NOS DESPORTOS: COMO TORNÁ-LAS VANTAJOSAS	194
METODOLOGIA	194
RECURSOS DIDÁTICOS	194
AVALIAÇÃO	194
BIBLIOGRAFIA BÁSICA	195
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	195
QUESTÕES PROPOSTAS	196
CAPÍTULO I	196
QUESTÕES I. 1	196
QUESTÕES I. 2	198
QUESTÕES I. 3	199
QUESTÕES I. 4	200
QUESTÕES I. 5	203
QUESTÕES I. 6	205
QUESTÕES I. 7	207
QUESTÕES I. 8	212
QUESTÕES I. 9	213
QUESTÕES I. 10	213
QUESTÕES I. 11	214
QUESTÕES I. 12	214
QUESTÕES I. 13	216
CAPÍTULO II	216
QUESTÕES II. 1.1	216
QUESTÕES II. 1.2	218
QUESTÕES II. 2.1	218
QUESTÕES II. 2.2.1	218
QUESTÕES II. 2.2.2	224
QUESTÕES II. 2.2.3	226
QUESTÕES II. 2.2.4	230
QUESTÕES II. 2.2.5	233
QUESTÕES II. 3	234
CAPÍTULO III	234
QUESTÕES III. 1	234

QUESTÕES III. 1.1.....	237
QUESTÕES III. 2.....	238
QUESTÕES III. 3.....	239
QUESTÕES III. 4.....	239
RESPOSTAS DAS QUESTÕES PROPOSTAS	241
CAPÍTULO I	241
QUESTÕES I. 1.....	246
QUESTÕES I. 2.....	248
QUESTÕES I. 3.....	250
QUESTÕES I. 4.....	251
QUESTÕES I. 5.....	254
QUESTÕES I. 6.....	257
QUESTÕES I. 7.....	259
QUESTÕES I. 9.....	269
QUESTÕES I. 10.....	271
QUESTÕES I. 11.....	273
QUESTÕES I. 12.....	274
QUESTÕES I. 13.....	276
CAPÍTULO II	277
QUESTÕES II. 1.1.....	277
QUESTÕES II. 2.1.....	279
QUESTÕES II. 2.2.1.....	281
QUESTÕES II. 2.2.2.....	297
QUESTÕES II. 2.2.3.....	302
QUESTÕES II. 2.2.4.....	308
QUESTÕES II. 2.2.5.....	312
QUESTÕES II. 3.....	313
CAPÍTULO III	315
QUESTÕES III. 1.....	315
QUESTÕES III. 1.1.....	321
QUESTÕES III. 2.....	324
QUESTÕES III. 3.....	326
QUESTÕES III. 4.....	328
APÊNDICES	330
APÊNDICE E	331
QUESTIONÁRIO DESTINADO À PESQUISA DIRIGIDA A ALUNOS DE CURSOS DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTO DE ESCOLAS DE ENSINO SUPERIOR PÚBLICAS E PRIVADAS (PARTE DOS ALUNOS). .	331
APÊNDICE F	333
QUESTIONÁRIO DESTINADO À PESQUISA DIRIGIDA A ALUNOS DE CURSOS DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTO DE ESCOLAS DE ENSINO SUPERIOR PÚBLICAS E PRIVADAS (PARTE DO ESTABELECIMENTO).....	333

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
 CELSO SUCKOW DA FONSECA – CEFET/RJ
 DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
 COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
 PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PRODUTO

PLANO DE CURSO²⁰⁰

CURSO: Educação Física e Desporto
ÁREA PROFISSIONAL: Desporto de Alto Rendimento
DISCIPLINA: Física Aplicada ao Desporto
MÓDULO 1: Atletismo (Salto em Distância)
CARGA HORÁRIA: 30 horas/aula
CRÉDITOS: 02
PERÍODO LETIVO:
PROFESSOR(A):

EMENTA

Transmitir a alunos de Educação Física e Desporto conhecimentos de *Física Aplicada ao Desporto* que os habilitem na preparação de atletas e para-atletas de desportos de alto rendimento.

JUSTIFICATIVA

Propor, em virtude das sutilezas experimentadas durante as práticas desportivas às quais atletas, para-atletas e técnicos ficam sujeitos, soluções racionais e concretas, almejadas devido às situações particulares que requerem eficácia e que somente podem ser alcançadas por meio de recursos próprios da Física. Haja vista não se ter encontrado na Biofísica, na Fisiologia, na Cinesiologia sequer na Biomecânica, em seus conteúdos programáticos peculiares, exemplar para os fenômenos investigados no projeto pedagógico agora proposto, nem tão pouco, sugestões que solucionem exemplos outros, similares aos ora levantados. Julgando-se, portanto, oportuno reivindicar-se, pelas evidências expostas, estudos pormenorizados desta matéria, a qual, no conjunto, intitulou-se *“Física Aplicada ao Desporto”*.

Quanto aos exemplos mencionados, dentre vários possíveis, enumeram-se: O equilíbrio hidrostático na vertical, de uma atleta na Natação Sincronizada; o ângulo que no Atletismo, o arremesso do peso, os lançamentos do disco, do dardo e do martelo ou mesmo, no momento

²⁰⁰ Plano de Curso. (Nérici, I. G.; *Metodologia do Ensino Superior*, 2 ed. Rio de Janeiro, FUNDO DE CULTURA, 1973, pp. 90-95).

da impulsão do(a) atleta nos saltos triplo e em distância, com o intuito de atingir o alcance máximo, precisa-se atingir; a região apropriada na qual, no Tênis e no Beisebol, o(a) atleta deve permitir o choque entre a raquete de Tênis ou o bastão de Beisebol e as suas respectivas bolas, para evitar a propagação de ondas mecânicas ao longo de seu braço; e a maneira como o(a) atleta deve chutar uma bola de Futebol, para que esta, independentemente da natural trajetória vertical parabólica, percorra, simultaneamente, outra trajetória horizontal curvilínea, no Futebol, a famosa “folha seca”²⁰¹. Para todos eles, os resultados desejados quando analisados com coerência, levam as interações inerentes às estudadas em modelos da Física. Sejam nas considerações acima mencionadas, sejam no uso da sapatilha-de-prego para aumentar o atrito com o solo ou no emprego da vara de fibra de vidro, no salto com vara, para armazenar-lhe energia potencial elástica, a Física sempre está presente. Sendo assim, com base neste entendimento, o tema “*Física Aplicada ao Desporto*” justificar-se-ia como exclusiva contribuição da Física, admitida como ancoradouro numa alusão a filosofia de Ausubel, à Educação Física e ao Desporto. E mais, como um ramo, elo interdisciplinar entre a Física e a Educação Física, que decerto, em muito contribuiria para a ampliação dos conhecimentos daqueles profissionais que dela venham fazer uso na busca de melhores resultados atléticos nos desportos de alto rendimento e/ou educacionais, sejam eles professores, técnicos, atletas, alunos, estudiosos ou fomentadores de talentos.

OBJETIVO GERAL

Capacitar alunos de Educação Física e Desporto que venham a se ocupar com demandas atléticas, a empregar conhecimentos de *Física Aplicada ao Desporto* na preparação de atletas ou para-atletas de alto rendimento.

OBJETIVO ESPECÍFICO

Suplementar o conteúdo dos Cursos/Habilitações de Educação Física e Desporto com matéria de *Física Aplicada ao Desporto*, de maneira a permitir que seus egressos, assim

²⁰¹ FOLHA SECA: Que é uma folha seca?

“Didi, um dos melhores jogadores da história do futebol mundial, craque que ganhou o apelido de Príncipe Etíope devido seu estilo clássico e elegante de atuar em todos os times que passou pela sua vitória carreira, e também Folha Seca, decorrente de seu chute de longa distância que ganhava um efeito impressionante. Inventou a jogada em 1956, quando defendia o Fluminense [do Rio de Janeiro] em uma partida contra o América, pelo Campeonato Carioca. Machucado, o ex-jogador não podia dar chutes fortes de longa distância, por isso ele inventou uma nova forma de bater na bola. Acertava o meio da mesma que fazia uma curva espetacular e enganava o goleiro.”. Disponível em: < http://www.fanaticosporfutebol.com.br/time/noticia.asp?cod1_cod=38837&cod1_area=80&cod1_tipo=3 >. Acesso em: 6 nov. 2007.

instruídos, possam empregar nos desportos de alto rendimento, sobremaneira, as competências apreendidas em favor do desempenho técnico dos(as) atletas e para-atletas que busquem aprimoramentos e resultados relevantes.

COMPETÊNCIAS

Determinar, com base num episódio desportivo específico, aquelas situações peculiares em que se recorrendo às leis físicas, pelo reconhecimento dos fenômenos físicos inerentes às modalidades das áreas nas quais atue, alunos de Educação Física e Desporto possam desenvolver aptidões sugerindo soluções que melhorem a performance técnica de atletas ou para-atletas sob seus comandos, conduzindo-os a um alto rendimento.

HABILIDADES

- Reconhecimento das ações físicas externas que interfiram ou venham interferir na prática desportiva particular;
- Localização dos pontos de aplicação das ações físicas externas no desenrolar de uma dada competição ou treinamento;
- Discriminação das especificidades dessas ações físicas externas (direção, sentido, intensidade, duração etc.) para posterior estudo do fenômeno físico;
- Avaliação das vantagens ou desvantagens dessas ações físicas externas no rendimento do(a) atleta ou para-atleta;
- Desenvolvimento de soluções que possam trazer ganhos para a performance técnica de atletas ou para-atletas;

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

CAPÍTULO I – A FÍSICA NUMA RETROSPECTIVA DOS JOGOS OLÍMPICOS DE VERÃO

- I.1 – Indícios das Mudanças das Latitudes nas Sedes Olímpicas de Verão;
- I.2 – A Variação da Aceleração Local da Gravidade com a Latitude Terrestre;
- I.3 – A Aceleração da Gravidade nas Sedes dos Jogos Olímpicos Devido às Latitudes;
- I.4 – As Altitudes das Sedes Olímpicas de Verão;

- I.5 – A Variação da Aceleração Local da Gravidade com a Altitude;
- I.6 – A Variação da Aceleração Local da Gravidade com a Latitude e a Altitude Terrestre;
- I.7 – Conjunto de Condições Meteorológicas Inerentes aos Jogos Olímpicos;
- I.8 – Circunstâncias Relevantes de Termologia e Desporto;
- I.9 – A Longitude e as Consequências de sua Variação Temporal;
- I.10 – Acerca da Pressão Atmosférica;
- I.11 – Efeitos Provocados pela Redução da Pressão Atmosférica;
- I.12 – De Pontos de Vistas a Controvérsias;
- I.13 – Algumas Ponderações:
 - I.13.1 – Enquanto a Poluição nos Jogos Permanece Especulação;
 - I.13.2 – Quanto a Conclusão desse Discurso Inicial.

CAPÍTULO II – AS FORÇAS DE INTERAÇÕES E SUA IMPORTÂNCIA NO SALTO EM DISTÂNCIA

- II.1 – O Salto em Distância: Evolução e Regras:
 - II.1.1 – A Evolução do Salto em Distância nos Jogos Olímpicos Modernos;
 - II.1.2 – As Regras Oficiais do Salto em Distância Definidas pela IAAF;
 - I. O corredor de aproximação;
 - II. A tábua de impulsão;
 - III. A caixa de aterrissagem;
 - IV. As condições gerais;
- II.2 – O Salto em Distância: Etapas e as Forças de Interação Presentes à Prova:
 - II.2.1 – Etapas Consideradas no Salto em Distância:
 - 1. Fase de preparação a corrida;
 - 2. Fase da corrida de impulsão (aproximação);
 - 3. Fase da impulsão;
 - 4. Fase aérea (elevação e flutuação);
 - 5. Fase da queda ou aterrissagem;
 - II.2.2 – Identificação das Forças de Interação no Salto em Distância e suas Atuações;
 - II.2.2.1 – Durante a fase de preparação para a corrida;
 - II.2.2.2 – Durante a fase da corrida de impulsão (aproximação);
 - II.2.2.3 – Durante a fase de impulsão;
 - II.2.2.4 – Durante a fase aérea (elevação e flutuação);
 - II.2.2.5 – Durante a fase de queda ou aterrissagem;
- II.3 – Considerações.

CAPÍTULO III – INTERAÇÕES FÍSICAS NOS DESPORTOS: COMO TORNÁ-LAS VANTAJOSAS

III. 1 – A Corrida nas Curvas e suas Particularidades;

III. 1.1 – Outra situação Relevante a se Permitir nas Curvas;

III.2 – Um Ziguezague Inoportuno para Velocistas;

III.3 – A Gravidade, o Atrito e a Amplitude das Passadas;

III.4 – Considerações.

METODOLOGIA

Pretende-se ministrar as aulas solucionando-se exercícios vinculados aos Desportos, de maneira que em tais soluções sejam efetivamente empregados os subsídios conceituais da Física e se possa, por meio de demonstrações, realização de experimentos, oficinas, estágios, seminários, debates, exposições dialogadas e desenvolvimento de pesquisas, entender e estender-se os preceitos da *Física Aplicada ao Desporto*.

RECURSOS DIDÁTICOS

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Textos específicos; ▪ Livros didáticos; ▪ Livros paradidáticos; ▪ Computador com Internet; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Data-show; ▪ Vídeos; ▪ Lousa branca ou quadro e giz; ▪ Recursos de rotina. |
|---|---|

AVALIAÇÃO

Propõem-se avaliações baseadas nas três verificações, a saber:

1. Verificação do conhecimento, ao término das Unidades (três no total), por meio de seminário que demonstre intelecto, experiência, ou operacionalidade da aprendizagem dos conceitos de Física e da *Física Aplicada ao Desporto* estudados ou contidos, particularmente, nos contextos das modalidades eleitas e apreendidos, *in loco*, nos estágios realizados;

2. Verificação de técnicas e habilidades, evidenciadas durante participação em competição de modalidade auto-designada, enquanto estagiário(a), de maneira a permitir se avaliar a eficiência das habilidades estudadas, o domínio de técnicas, bem como as condições pessoais para o efetivo desempenho do ofício, no tocante a *Física Aplicada ao Desporto*;
3. Verificação das atitudes sócio-morais e científicas, extensivos aos vários estados do curso, que permita pela observação avaliar o comportamento do(a) aluno(a) quanto ao discernimento, propósito e comprometimento adjudicado à *Física Aplicada ao Desporto*.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

SILVA FILHO, Amaro José da; *Física Aplicada Ao Desporto: Um Estudo Interdisciplinar Entre Física, Educação Física e Desporto*, Dissertação de M.Sc., PPECM/CEFET/RJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2009.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ALONSO, M.; *Física: um curso universitário*, São Paulo, Edgard Blucher, 1972.

DYSON, G. H. G.; *Mecânica Del Atletismo*, 6 ed. Madrid, INEF – Instituto Nacional de Educacion Física, 1978.

GONÇALVES, D.; *Física: termologia, óptica, ondas*, 3 ed. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1979.

_____. *Física: mecânica*, 3 ed. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1979.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J.; *Fundamentos de Física. Mecânica*, v. 1, Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos, 2009.

_____. *Fundamentos de Física. Gravitação, Ondas Termodinâmica*, v. 2, Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos, 2009.

HEWITT, P. G.; *Física Conceitual*, 9 ed. Porto Alegre, Bookman, 2002.

MACEDO, H. *Dicionário de Física Ilustrado*, Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1976.

QUESTÕES PROPOSTAS

CAPÍTULO I

Influências diversas, científicas, tecnológicas, sociais e a bem dizer, políticas revelam as ações naturais existentes nos Jogos Olímpicos e conduzem àquelas influências relacionadas com as latitudes e as altitudes das cidades Sedes. Isto permite, por consequência, estudar as contribuições, contra ou a favor, da aceleração local da gravidade, da temperatura, da umidade, da massa específica e da pressão atmosférica enquanto fatores físicos. Sendo assim, com base nesta motivação, defina as grandezas físicas e geográficas das questões de 1 a 9.

1. Latitude geográfica.
2. Longitude geográfica.
3. Altitude.
4. Aceleração local da gravidade.
5. Temperatura.
6. Umidade.
7. Massa específica.
8. Densidade.
9. Pressão atmosférica.

QUESTÕES I. 1

A Sede dos I Jogos Olímpicos de Atenas, Grécia, 1896, localizava-se a $37,97^\circ$ N de latitude, $23,72^\circ$ O de longitude e 110 m de altitude, o que a levava a apresentar uma aceleração local da gravidade de 979,9675 Gal. Já os XXIX Jogos Olímpicos de Pequim, China, 2008, ocorreria a $39^\circ 55' 12''$ N de latitude, $116^\circ 22' 48''$ L de longitude e 59 m de altitude, apresentando uma aceleração da gravidade de $980,1551 \text{ cm/s}^2$.

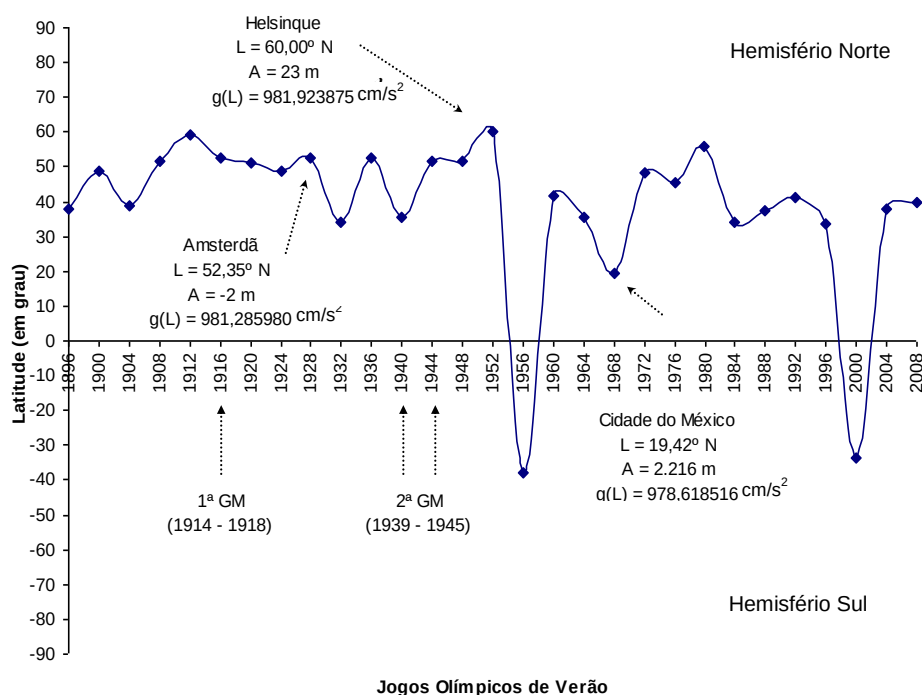
De acordo com o enunciado acima responda as questões de 10 a 13.

10. Converta os $37,97^\circ$ N e os $23,72^\circ$ O para seus respectivos valores em graus, minutos e segundos.

11. Converta $39^{\circ} 55' 12''$ N e $116^{\circ} 22' 48''$ L para seus correspondentes valores em graus.
12. O Gal (símbolo de galilleu), unidade de medida de aceleração no sistema CGS, igual à aceleração de um centímetro por segundo ao quadrado, admite a relação $1 \text{ Gal} = 10^{-2} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ cm/s}^2$. Daí, escreva as acelerações locais da gravidade de Atenas e Pequim em metros por segundo ao quadrado (m/s^2). Expresse as acelerações com apenas quatro algarismos significativos.
13. Em termos exclusivamente gravitacionais, calcule o desvio percentual existente entre as Sedes de Atenas e de Pequim. Expresse, em notação científica, o valor com apenas quatro algarismos significativos.

A explicação a seguir se refere às questões 14, 15, 16 e 17.

O gráfico a seguir mostra como varia a latitude, L , das Sedes Olímpicas ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna, de 1896 a 2008.



14. Identifique os Jogos das três primeiras maiores e das três primeiras menores latitudes.

15. Utilizando a expressão $g = g(L) = 978,0490 + 5,1723 \times \text{sen}^2(L) - 0,0058 \times \text{sen}^2(2 \times L)$, calcule as acelerações gravitacionais das Sedes Olímpicas de Amsterdã, Cidade do México e Helsinque, comparando-as com os valores já indicados na figura.
16. Utilizando ainda a expressão da questão 15, determine o valor de $g(L)$ para uma latitude de 0° . Após, identifique o local onde ocorre esta aceleração da gravidade.
17. Daquela cidade de maior latitude (Helsinque) para a cidade de menor latitude (Cidade do México) observa-se uma variação de $g(L)$, aceleração local da gravidade em relação somente à latitude, L , considerando a Terra como um geóide e não como uma esfera. Determine esta variação porcentual mantendo a coerência dos algarismos significativos. Apresente, também, o valor arredondado para dois algarismos significativos apenas.
18. $g = g(L) = g_0 = 978,0490 \text{ cm/s}^2$ é o valor tomado como referência para a aceleração da gravidade ao nível do mar no equador, com L expresso em grau e g em centímetro por segundo ao quadrado, onde $g = g(L) = 978,0490 + 5,1723 \times \text{sen}^2(L) - 0,0058 \times \text{sen}^2(2 \times L)$. Sabendo que a latitude da Sede dos XXIX Jogos Olímpicos de Pequim, China, 2008, mede $39^\circ 55' 12''$, determine a aceleração da gravidade naquele local.

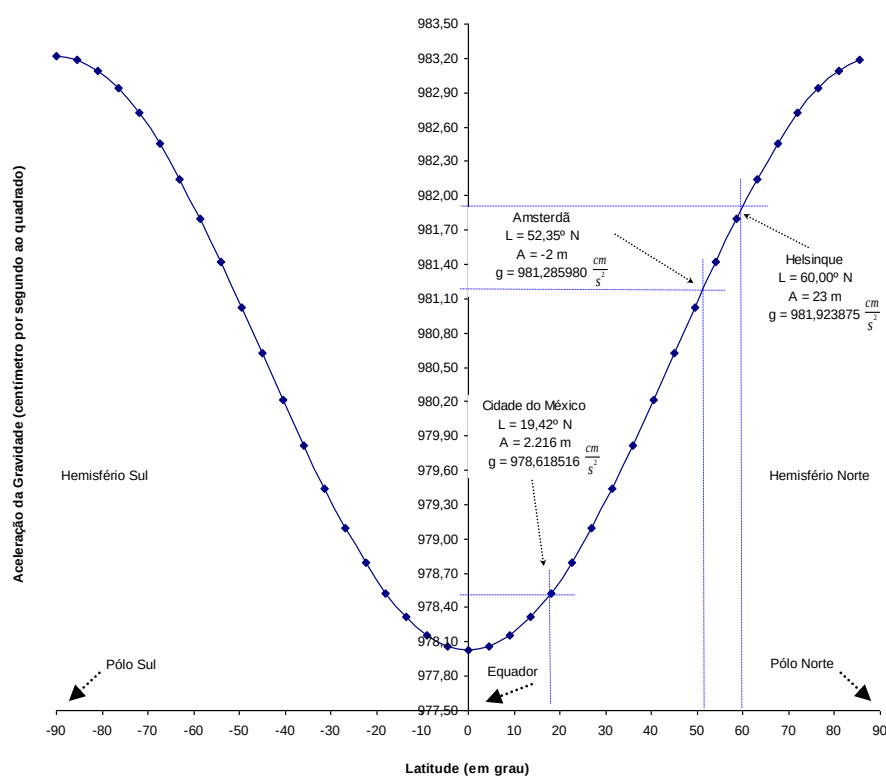
QUESTÕES I. 2

19. Admita a Terra como tendo forma não esférica, ou seja, admita-a com o modelo físico cujo formato é um geóide e descreva-o.
20. Admita a Terra, agora, com o modelo de uma elipsóide. Descreva-o e compare-o com o modelo geoidal anterior.

O enunciado abaixo refere-se às questões 21 e 22.

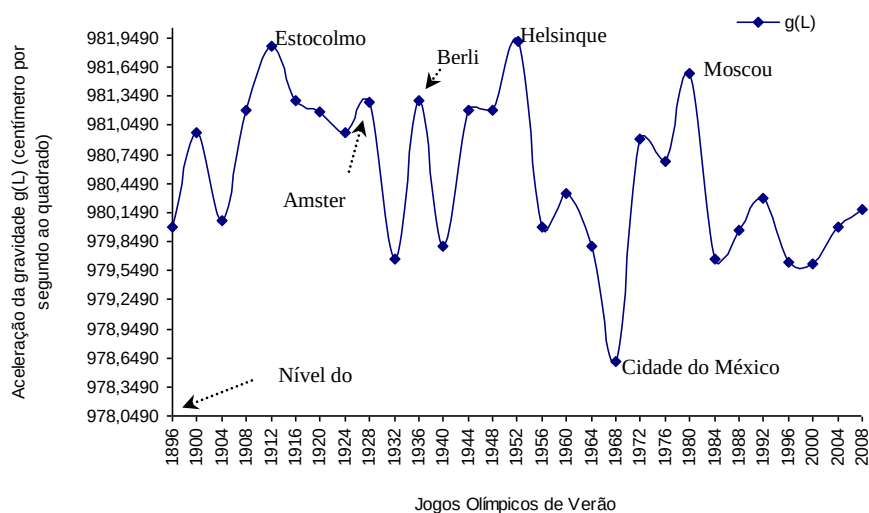
No gráfico a seguir, a variação da aceleração local da gravidade, $g(L)$, em função da latitude, L , ao nível do mar, é mostrada admitindo-se a Terra como tendo forma não esférica, isto é, admitindo-se para a Terra o modelo físico com formato de um geóide.

21. Aponte uma justificativa para a variação mostrada.
22. Encontre outra justificativa para a respectiva variação.



QUESTÕES I. 3

23. O gráfico abaixo mostra como varia a aceleração da gravidade, $g(L)$, com a latitude nas Sedes Olímpicas ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008. Encontre uma justificativa plausível para o fato de todas aquelas medidas de $g(L)$, sem exceção, se encontrarem acima do valor correspondente àquele ao nível do mar, ou seja, acima de $978,0490 \text{ cm/s}^2$.



QUESTÕES I. 4

Numa reportagem da Revista VEJA (2007), ao responderem a pergunta: “*A altitude pode ser um elemento decisivo em uma disputa esportiva?*”, seus autores acrescentam:

“A competição realizada na Cidade do México, a 2.400 metros [2.216 metros, para ser mais preciso], registrou nas corridas de média e longa distância o triunfo de atletas de países montanhosos, como Tunísia, Etiópia e Quênia, enquanto australianos e americanos, os favoritos, mal conseguiam alcançar a linha de chegada. Pesquisas confirmaram que o treinamento em altitude elevada produzia um ganho de desempenho em provas de resistência, e alguns países, como os Estados Unidos, começaram a levar seus atletas para se condicionar em cidades montanhosas.”.

Baseado no enunciado que se segue, responda à questão 24.

24. Assinale os Jogos, a partir do qual se deu início aos estudos dos efeitos da altitude sobre o desempenho físico dos competidores.

O enunciado abaixo é válido para as questões de 25 a 27.

No artigo “*Nutrição para os praticantes de exercícios em grandes altitudes*”, publicado na Revista de Nutrição (2006), seus autores argumentam:

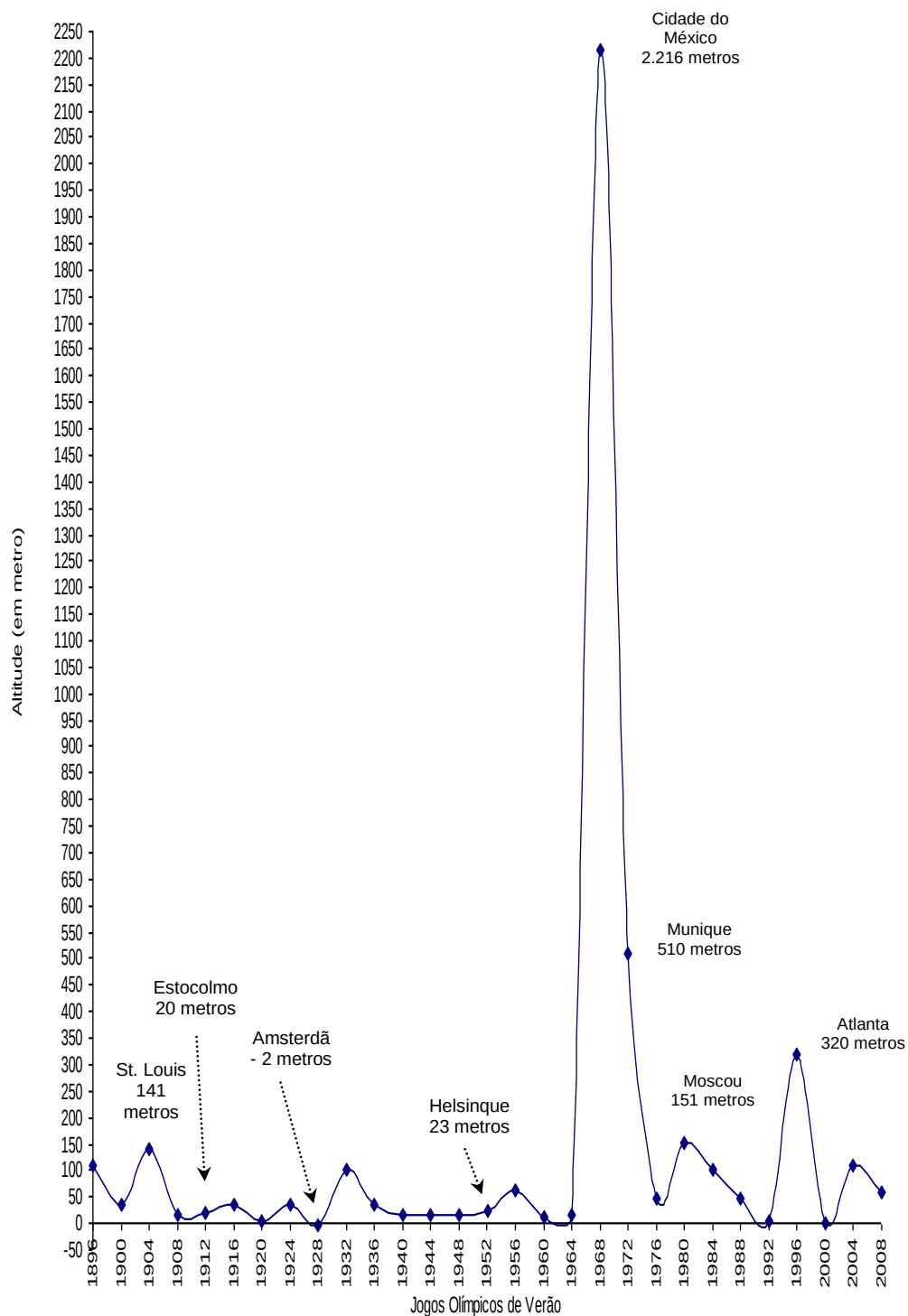
“As evidências sobre a questão altitude e desempenho são controversas. Estudos controlados com permanência na altitude, ou simulação de altitude em câmara hiperbárica, demonstram melhora no desempenho, enquanto outros, com semelhante metodologia, concluem que o treinamento em condições de hipóxia [“métodos que se baseiam em limitar a oferta de oxigênio no corpo artificialmente, simulando altitude, para melhorar a performance”] não provoca nenhum efeito aditivo no desempenho.”.

25. Discuta o argumento dos autores e dê sua opinião.
26. Reconhecendo por hipótese, controvérsia textual, sugira incongruência(s) que refutem a redação.
27. Com base nas respostas dadas as questões 3 e 9, proponha outro entendimento sobre o tema.

Com base no enunciado a seguir, responda à questão 28.

Por definição, a altitude, *A*, de um lugar pré-estabelecido é a coordenada geográfica vertical que se mede até este determinado lugar, quando se toma o nível médio das águas do mar como referência, ao se admitir um geóide Terra, altitude ortométrica.

28. Diferencie Amsterdã, Sede Olímpica dos IX Jogos Olímpicos, Holanda, 1928, das demais Sedes Olímpicas.



Na ilustração acima, o gráfico altitude versus Jogos Olímpicos de Verão mostra as diferentes altitudes das Sedes Olímpicas. Com ele, pretende-se não somente facilitar o

entendimento sobre as influências que estas altitudes exercem sobre a gravidade local, voltando ao comentário anterior (questão 24) feito pela Revista VEJA (2007) sobre a Cidade do México, mas também criar a possibilidade para se comparar àquelas influências devido à latitude.

Baseado na figura, responda às questões 29 e 30.

29. Determine, em valores absolutos, a relação porcentual existente entre as altitudes das Sedes Olímpicas de Amsterdã e Cidade do México.
30. De posse desse resultado, aplique-o a sua estatura para saber que tamanho teria se esta proporção pudesse ser humanamente mantida.

Baseado no enunciado a seguir, responda às questões 31 e 32.

“O escritor irlandês Swift, em seu livro ‘Viagens de Gulliver’, no qual faz uma sátira aos costumes ingleses, apresenta um ser gigantesco, semelhante e de comportamento idêntico ao homem, cujas dimensões eram doze vezes maiores do que as do homem normal e com suas capacidades (força, resistência etc.) também ampliadas. Já o romancista Franz Kafka, ainda criticando os costumes de seu tempo, em sua novela ‘Metamorfose’, apresenta um inseto (espécie de barata) de tamanho gigantesco, que mal pode se movimentar e que não consegue voar, arrastando-se com dificuldade.” (ÁLVARES, B. A.; DA LUZ, A. M. R., 1975, p. 38).

31. Sob o ponto de vista físico, diga qual das ficções é mais correta. Justifique.
32. Utilize a conclusão anterior (questão 31) para fundamentar a impossibilidade do resultado encontrado na questão 30.

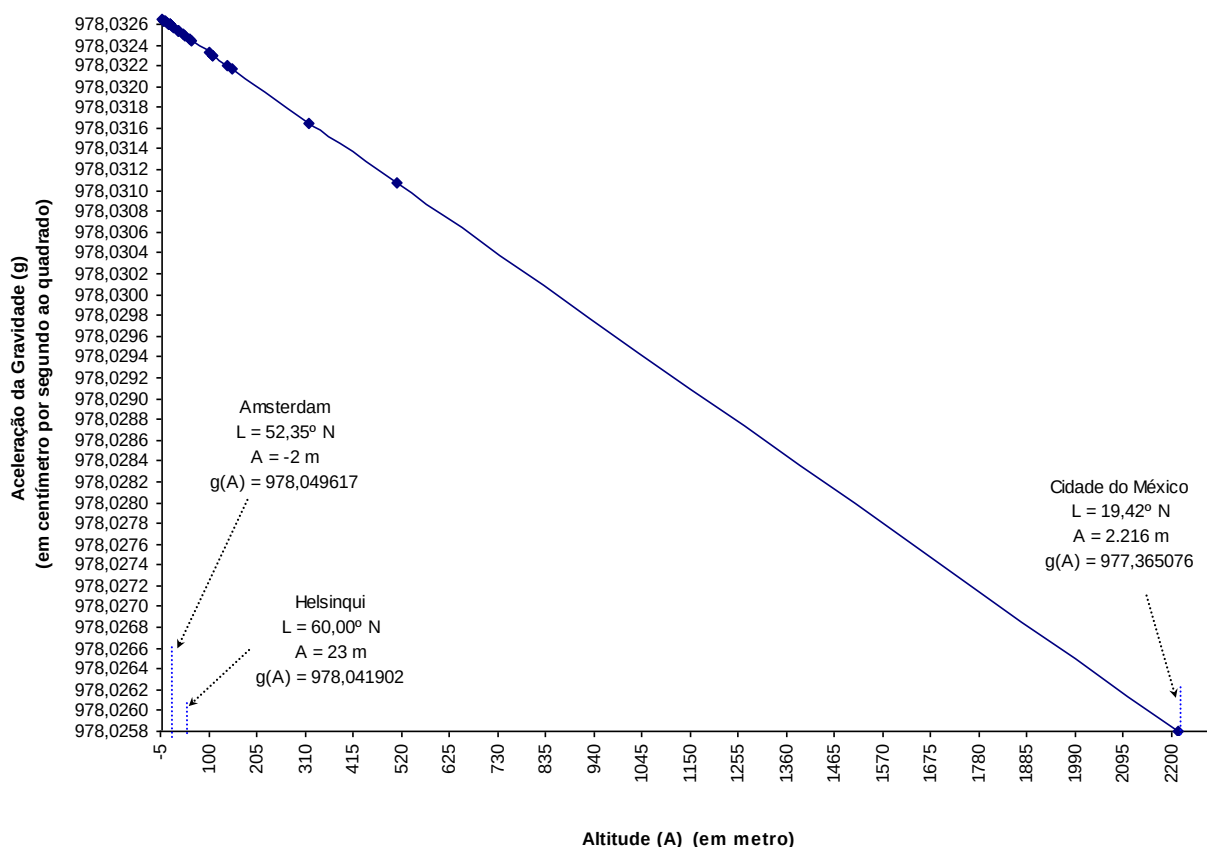
Partindo da explicação a seguir, responda à questão 33.

A escala adotada para o gráfico altitude versus Jogos Olímpicos de Verão (questão 29) ficou por conta da clareza que se pretende dar e que é necessária para o destaque das localizações das demais cidades Sedes, relativamente a Cidade do México. Nele também se contempla além da Sede da Cidade do México (1968) a 2.216 metros, as Sedes de Munique (1972) a 510 metros, de Atlanta (1996) a 320 metros e de St. Louis (1904) a 141 metros, completando assim, as cinco mais altas cidades Sedes dos Jogos. E, apesar de estar apenas a 23 metros do nível do mar, indica-se a Sede de Helsinque (1952) por ser esta, a Sede de mais elevada latitude ($60,00^\circ$ N) e a Sede de Estocolmo (1919) a 20 metros do nível do mar, por ser a segunda de maior latitude ($59,38^\circ$ N), assim como a Sede de Amsterdã (1928) pelo destaque de estar a menos 2 metros e, portanto, abaixo do nível do mar.

33. Avalie e discuta qual dentre as duas grandezas (altitude ou latitude), mais interfere nos valores atribuídos à gravidade local.

QUESTÕES I. 5

O gráfico a seguir ilustra a variação da aceleração local da gravidade, $g(A)$, com a altitude, A , quando se toma como base de referência o nível do mar. Nesta ilustração, é possível calcular as variações de $g(A)$ entre as cidades de Helsinque, Cidade do México e Amsterdã e, ainda, compará-las com as variações correspondentes, relativas àquelas vistas no gráfico da questão 23, devidas à latitude, L .



Baseado neste enunciado, responda às questões de 34 a 36.

34. Dada a diferença de altura entre as cidades de Helsinque, a 23 metros de altitude acima do nível do mar, onde $g(A)_{\text{Helsinque}}$ vale $978,0419 \text{ cm/s}^2$ e a Cidade do México, a 2.216 metros de altitude acima do mesmo nível, onde $g(A)_{\text{Cidade do México}}$ vale $977,3651 \text{ cm/s}^2$, determine o percentual atingido pela variação da aceleração da gravidade, $g(A)$, devido agora somente à altitude, A .

35. Encontre a quantas vezes maior (ou menor) esta influência percentual chega quando comparada aquela imposta à gravidade pelas latitudes locais (da questão 17). Sugestão: Utilize a equação a seguir:

$$\xi = \frac{\Delta g(L)_{\%(Helsinki)}}{\Delta g(A)_{\%(Cidade do México)}}$$

36. Faça o mesmo para a cidade mais baixa, a cidade de Amsterdã, a 2 metros abaixo do nível do mar, onde $g(A)_{Amsterdã}$ vale $978,0496 \text{ cm/s}^2$, e a cidade mais alta, a Cidade do México, com altitude igual a 2.216 m e aceleração da gravidade $g(A)_{Cidade do México}$ igual a $977,3651 \text{ cm/s}^2$.

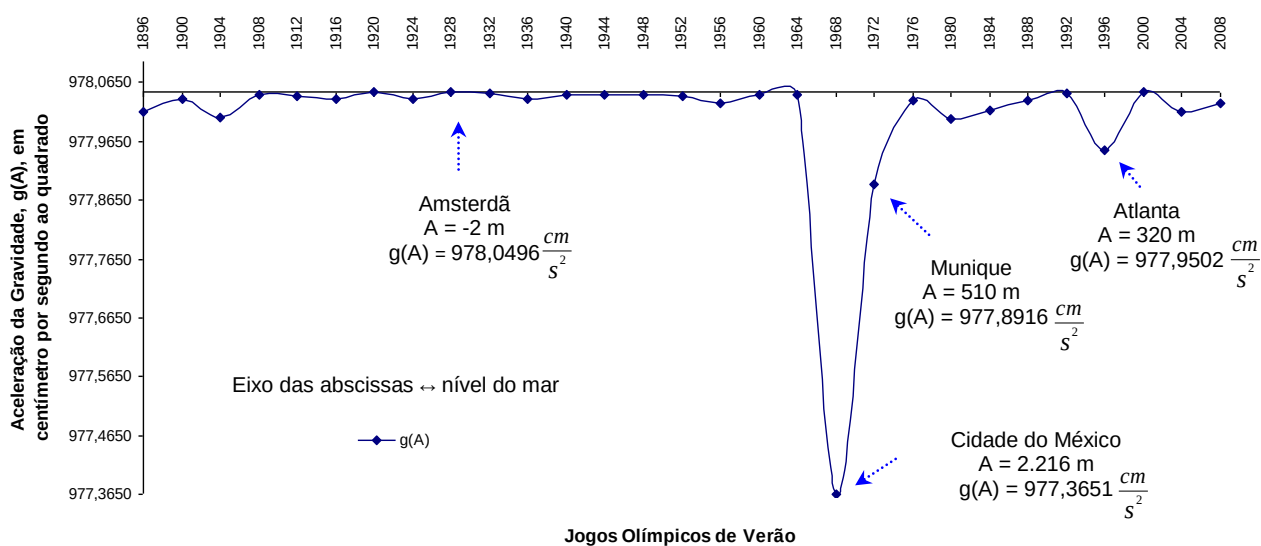
Utilizando a equação abaixo, responda as questões 37 e 38.

Considere a equação a seguir como resultado da aplicação da lei da gravitação universal a uma altitude A qualquer, em centímetro, acima no nível do mar, onde $g(A)$, em centímetro por segundo ao quadrado ou Gal, é dada em função de G , a constante da gravitação, com o valor de $6,670 \times 10^{-7} \text{ Ncm}^2/\text{kg}^2$; de M , a massa da Terra, com o valor de $5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$; e, de R , o raio médio da Terra, com o valor de $6,37 \times 10^8 \text{ cm}$.

$$g = g(A) = \left(\frac{G \times M}{R^2} \right) - \left(2 \times \frac{G \times M}{R^3} \right) \times A$$

37. Determine a aceleração da gravidade, $g(A)$, relativo à altitude, A , do nível do mar e compare com a resposta da questão 16.
38. Compare as acelerações que aparecem nos gráficos dos enunciados das questões 34 a 36 e 21 e 22 para as Sedes Olímpicas Amsterdã, Helsinque e Cidade do México. Numa tabela, disponha também suas respectivas latitudes e altitudes.

No gráfico a seguir, mostra-se a aceleração da gravidade, $g(A)$, em função exclusiva da altitude, A , tomando-se o eixo das abscissas como equivalente ao nível do mar, nos anos dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008. Apesar de a ampliação do gráfico deixar a desejar, é possível detectar nele o ponto de abscissa 1928, dos Jogos de Amsterdã, único abaixo do nível do mar, o que o faz posicionar-se pouco acima do eixo das abscissas por conta da diferença de $0,0006 \text{ cm/s}^2$ de $978,0496 \text{ cm/s}^2$ (em Amsterdã) para $978,0490 \text{ cm/s}^2$ (ao nível do mar). Ilustram-se ainda, os pontos de abscissas de 1996, dos Jogos de Atlanta, a 320 metros acima do nível do mar; de 1972, dos Jogos de Munique, a 510 metros acima do nível do mar; e, de 1968, dos Jogos da Cidade do México, que se sobressai enormemente aos demais.



De acordo com este enunciado responda a questão 39.

39. “Discuta a variação da aceleração da gravidade, quando nos deslocamos, por uma pequena distância, acima ou abaixo da superfície da Terra.” (ALONSO, M., 1972, p. 422).

QUESTÕES I. 6

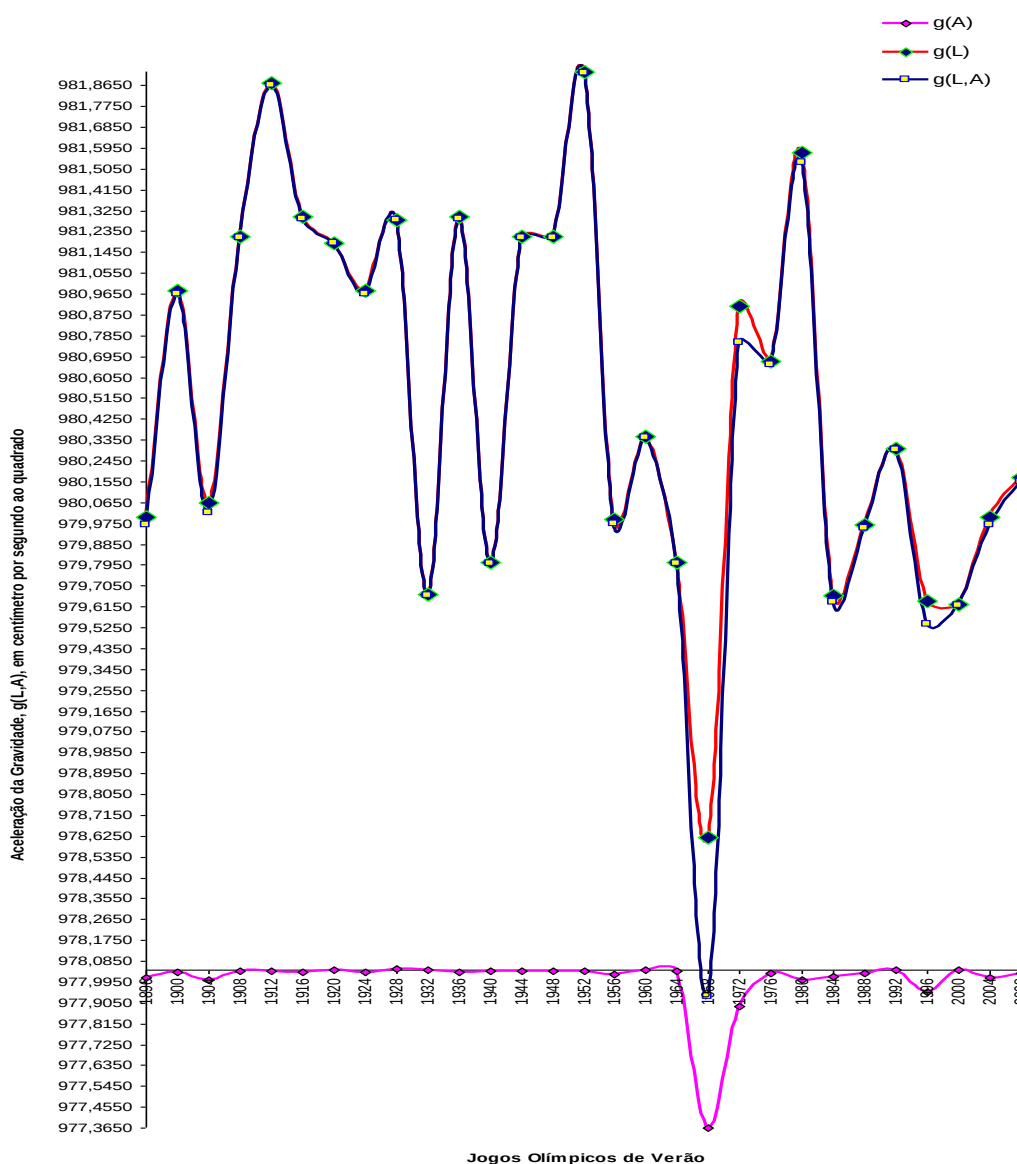
Os efeitos causados pelas diferentes latitudes, bem como, pelas diferentes altitudes, superpõem-se em todas as Sedes Olímpicas da mesma forma como o faz, *a priori*, nos demais pontos do globo terrestre. Neste particular, a Cidade do México privilegia-se ao proporcionar aos atletas competidores a oportunidade de experimentarem uma gravidade local, simultaneamente em função da latitude e da altitude, $g(L, A)_{Cidade\ do\ México}$, no valor de 977,9346 $\frac{cm}{s^2}$, ou seja, uma gravidade 0,4056% (0,41%) menor que a experimentada em Helsinque, onde o $g(L, A)_{Helsinque}$ vale 981,9168 $\frac{cm}{s^2}$, e tudo por conta de ter não somente a menor latitude (19° 25' 12" N), mas também por possuir a maior altitude (2.216 metros), como já se havia dito (questões 32 e 36).

Baseado neste enunciado responda às questões de 40 a 43.

40. Por indução, pode-se afirmar que, se, e somente se, todas as demais condições vigentes à época fossem observadas, a exceção da aceleração da gravidade, a marca do salto triplo do atleta Adhemar Ferreira da Silva, de 16 metros e 22 centímetros, alcançada na Finlândia, nos XV Jogos Olímpicos de Verão de Helsinque, em 1952, que rendeu ao atleta brasileiro sua primeira medalha de ouro para o Brasil, se a competição ocorresse na Cidade do México sob as mesmas condições já prefixadas, seu resultado seria melhor. Determine-o.

41. Encontre o percentual que lhe garantiria melhor performance se a competição ocorresse na Cidade do México sob as mesmas condições já prefixadas.
42. Ainda em Helsinque de 1952, o salto em altura do atleta brasileiro José Telles da Conceição, de 1 metro e 98 centímetros, salto este que lhe permitiu ganhar o terceiro lugar (medalha de bronze) — primeira medalha olímpica do Brasil no Atletismo, teria um acréscimo se ocorresse sob a aceleração gravitacional da Cidade do México. Ache, em porcentagem, de quanto seria este acréscimo.
43. Calcule para quanto passaria sua marca, desde que, como preestabelecido anteriormente, mantivessem-se inalteradas as circunstâncias a vigor.

Gráfico do enunciado a seguir:



Ao se plotar num único gráfico os valores de $g(L)$, $g(A)$ e $g(L, A)$ para comparação direta da gravidade medida por conta da latitude, da altitude e de gravidade em função conjunta da latitude e da altitude, respectivamente. O gráfico resultante, mostrado antes, ilustra na parte inferior, próximo ao eixo das abscissas, a curva devido à gravidade por influência da altitude, $g(A)$. Na parte superior, conflitando-se, encontram-se as curvas devidos as gravidades por influência da latitude, $g(L)$, e por influência conjunta da latitude e da altitude, $g(L, A)$.

Este enunciado é válido para a questão 44.

44. Note o quanto os valores agrupados da gravidade, $g(L, A)$, destoam dos valores de $g(A)$, por conta de $g(L)$ e escreva a equação representativa da curva intermediária presente no gráfico, obtido por meio da união das expressões identificadas nos enunciados das questões 15 e 37.

QUESTÕES I. 7

Por meio de subsequentes deslocamentos verticais, tomando-se como referência o nível do mar, verifica-se, com o auxílio de barômetros de mercúrio, que o peso das camadas esféricas da atmosfera superior diminui à medida que se sobe. Consequentemente, os volumes atmosféricos concêntricos dessas camadas esféricas mais elevadas ampliam-se, de modo a reduzirem seus respectivos pesos específicos (pesos volumétricos) ou, dito de outras formas, a reduzirem suas densidades (densidades relativas), ou ainda, a reduzirem suas massas específicas (massas volumétricas), caracterizando-se, então, como uma atmosfera rarefeita, que exerce menor pressão e que possui temperatura variável.

Com base nesta explicação, responda o que se pede nas questões de 45 a 52, de modo a acrescentar às perguntas 46, 48, 50, e 52 informações adicionais àquelas das questões 7, 8, 9, e 5 respectivamente.

45. Peso.
46. Massa específica (densidade absoluta) ou massa volumétrica.
47. Peso específico ou peso volumétrico.
48. Densidade relativa ou apenas densidade.
49. Pressão.
50. Pressão atmosférica.

51. Barômetro de mercúrio.

52. Temperatura.

Responda a seguir, nas questões 53, 54 e 55, o que se pede, procurando estender-se na resposta da questão 55, relativamente à questão 6 anterior:

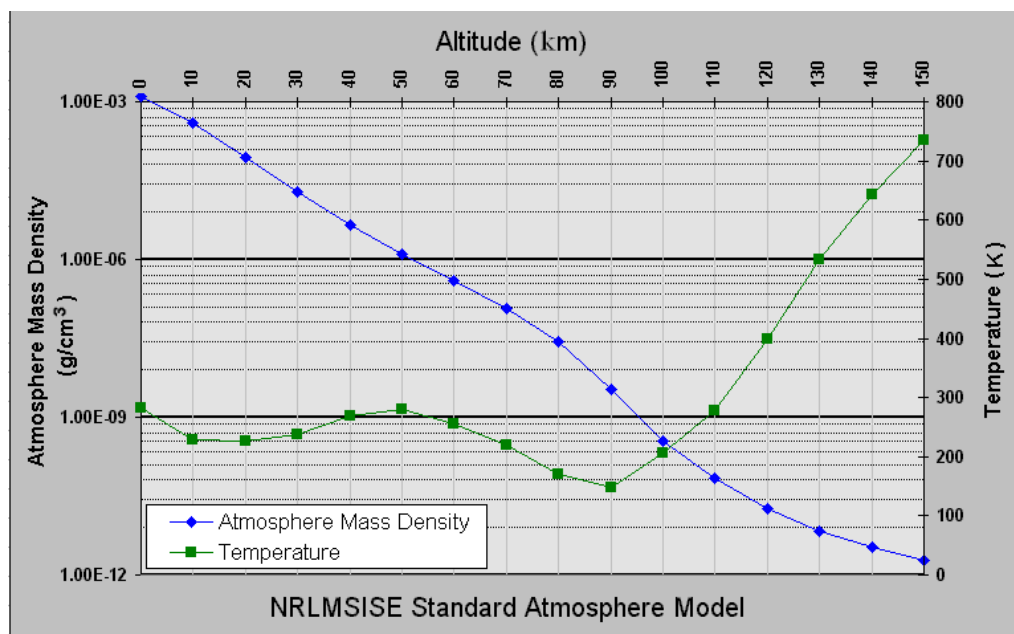
53. Explique o que são elementos climáticos. Exemplifique.

54. Explique o que são fatores climáticos. Exemplifique.

55. Defina umidade e umidade relativa.

O enunciado a seguir refere-se de 56 a 59.

Para ilustrar a conexão entre altitude, temperatura e massa específica, no gráfico a seguir, com altitude em quilômetro (km), temperatura em Kelvin (K) e massa específica em grama por centímetro cúbico (g/cm^3), correlaciona-se para a “*amostra padrão de atmosfera*” (tradução nossa) correspondente, esses elementos climáticos — legítimas grandezas físicas — no extremo não definido entre a camada atmosférica e o espaço exterior.

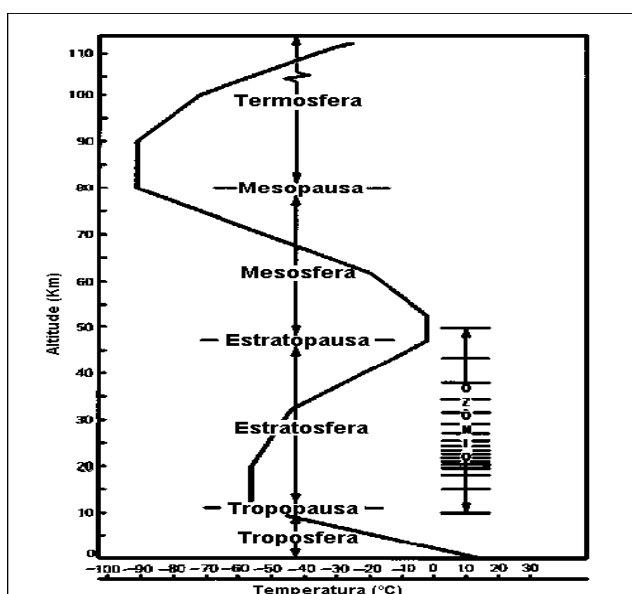


Dado o gráfico acima resolva as questões de 56 a 59.

56. Descreva como varia a massa específica no intervalo considerado.

57. Descreva como varia a temperatura absoluta no intervalo correspondente.

58. Conceitue temperatura absoluta.
59. Converta as temperaturas absolutas a seguir para a escala Celsius.
- a. 286 K b. 143 K c. 743 K d. Δ 600 K
60. Apesar de controvérsias quanto a real fronteira, admitir-se-á, conforme sugere WEYKAMP (s.d.), a espessura da atmosfera terrestre como possuindo perto de 700 km de camada gasosa. A Troposfera, compreendida nos limites de 0 – 7/17 km de altitude e que vai da superfície terrestre (0 km) a 7 km nos Pólos e 17 km nos Trópicos, com uma espessura média de 12 km, satisfaz com sobra a presente necessidade de estudo por contemplar as camadas atmosféricas pertinente aos Jogos Olímpicos de Verão. Descreva como se comporta a temperatura nesta região.
61. Descreva outros elementos climáticos além dos já mencionados temperatura, pressão atmosférica e umidade.



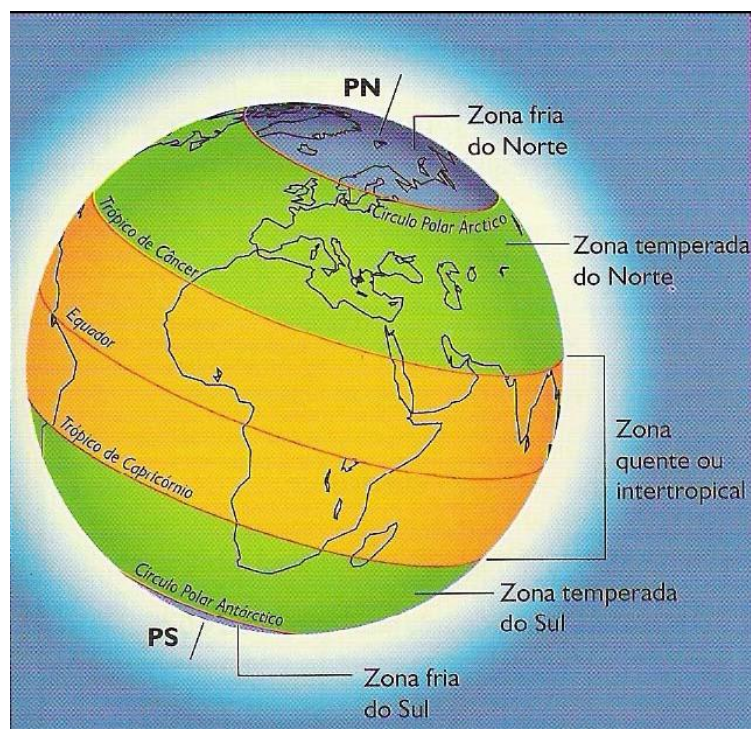
62. “[...] [por] causa do frio e da dificuldade de adaptação do organismo ao clima, o músculo se contrai e assim compromete o gesto esportivo, o que favorece as lesões” (PINTO, A. L. S., 2006). No entanto, por falta de provas cabais que confirmem lesões ocorridas em atletas devido ao frio durante os Jogos levados a efeitos nas Sedes Olímpicas mais próximas do Círculo Polar Ártico (66° 33’ 39” N), abaixo da Zona fria do Norte e acima da latitude de 55,00° N, como Estocolmo (1912), a 59,38° N, Helsinque (1952), a 60,00° N e Moscou (1980), a 55,75° N, não se deve ignorar que mesmo nos dias atuais, já decorridos

em torno de sessenta anos, as temperaturas médias daquelas regiões, considerando os períodos em que foram realizados tais Jogos, não sejam comprometedoras. Visto isto, verifique em torno de que intervalo varia estas temperaturas.

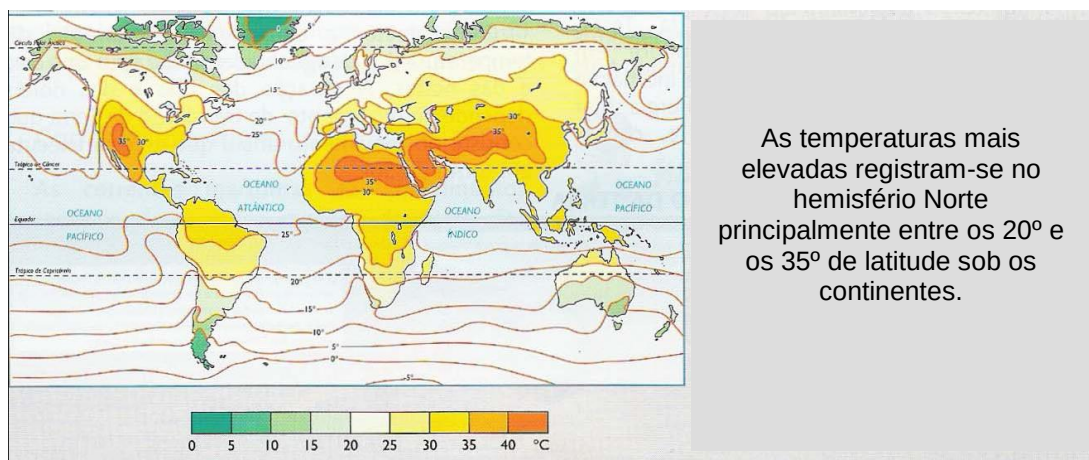
Enunciado relacionado à questão 63 a seguir:

“[...] a maioria dos eventos esportivos são realizados em condições ambientais adversas, [isto] faz com que seja imperativo que os treinadores e sua comissão técnica observem a intensidade das mudanças climáticas e entendam o quanto é importante a aclimação de seus atletas quando competirem em ambientes quentes [e frios]. O desempenho esportivo é invariavelmente prejudicado quando efetuado em climas quentes [e frios], e pior ainda, o calor [e o frio] impõe [m] sérios perigos para a saúde do [s (as)] atleta [s]. [...]” (MAUGHAN, et al., 1998).

63. Relacione com base nos dados contidos na figura abaixo, as Sedes Olímpicas situadas entre: (a) as latitudes de $23^{\circ} 26' N$ ($\approx 23,43^{\circ} N$), Trópico de Câncer, e $66^{\circ} 33' 39'' N$ ($\approx 66,56^{\circ} N$), Círculo Polar Ártico; e, (b) entre as latitudes de $23^{\circ} 26' S$ ($\approx 23,43^{\circ} S$), Trópico de Capricórnio, e $66^{\circ} 33' S$ ($\approx 66,55^{\circ} S$), Círculo Polar Antártico, para as quais, em média, as temperaturas no mês de julho, segundo mês de maior incidência dos períodos de Jogos Olímpicos, com 58% aproximadamente, perdendo somente para o mês de agosto com 69% desses períodos.



64. Na figura a seguir, observa-se não somente a diminuição da temperatura com o aumento da latitude, mas também os lugares geométricos dos pontos com idênticos valores de temperaturas médias. Descubra sua denominação.



De relatos, nos Jogos de 1896 em Atenas, as provas da natação se deram na baía de Zea, junto ao porto do Pireus, em mar aberto com água salgada e gelada à temperatura em torno de 13 °C; na Antuérpia em 1920, a equipe de pólo aquático brasileira competiu em piscina com água à temperatura de 3 °C, numa disputa que dura (diz a regra), no mínimo, 28 minutos no total (“[...] 4 períodos de 7 (a 9) minutos cada [de tempo útil]”); fatos que confirmam, pelo menos, o quanto nadadores ficam expostos a baixas temperaturas.

Partindo deste enunciado busque respostas para as questões 65 e 66.

65. Explique como ocorrem às lesões produzidas pelo frio.
66. Fale sobre hipotermia sistêmica.

Num outro extremo encontram-se as temperaturas médias elevadas, mais comuns nas regiões próximas/entre os Trópicos de Câncer e Capricórnio — a zona quente, conforme mostram as figuras das questões 63 e 64 acima. No que se refere ao calor, relatos mostram que devido ao “*esforço no calor*” durante a maratona dos Jogos Olímpicos de Los Angeles, em 1984, a latitude de 34° 03’ 00” N (34,05° N), a atleta suíça Gabriela Andersen-Scheiss completou a prova “*desidratada e desorientada*”, desmaiando logo após cruzar a linha de chegada. Outro relato descreve o ocorrido ao atleta italiano Dorando Pietri, também durante a maratona, nos Jogos Olímpicos de Londres, em 1908, a latitude de 51° 30’ 00” N (51,50° N). Tudo leva a crer que o episódio refira-se a “*esforço*

no calor”, apesar de a temperatura não ser mencionada na referência e de *“raramente [ascender] a mais de 33 °C”* durante os verões Londrinos.

Partindo deste enunciado busque respostas para as questões de 67 a 70.

67. Fale sobre os riscos da exposição ao calor.
68. Discorra sobre as câibras geradas pela exposição ao calor.
69. Ainda a respeito da exposição ao calor, fale a cerca de intermação.
70. Diga o que entende sobre insolação, relacionada à exposição ao calor.

De acordo com Nadel (1988, *apud* MAUGHAN *et al.*, 1998), e de comentários semelhantes de KAZAPI *et al.*, (2005), da Associação Brasileira de Corredores (ABC), *“Em ambientes frios, a maior parte do calor produzido [pelo corpo] é rapidamente transferido para o ar, porém quando a temperatura ambiente é superior à temperatura corporal ganha-se calor, e a temperatura do corpo pode se elevar a níveis perigosos. [...]”*.

Este enunciado é válido para as questão 71.

71. Descreva o princípio físico no qual o trecho: *“[...] porém quando a temperatura ambiente é superior à temperatura corporal ganha-se calor [...]”*, poderia se basear.

QUESTÕES I. 8

Não raro nos livros de ciências, encontram-se menções às leis que descrevem os fenômenos de transmissão de calor, de radiação e de processo de vaporização da água e outras mudanças do estado de agregação da matéria.

Responda às questões de 72 a 74.

72. Relacione os processos de transmissão de calor.
73. Explique o que se deve entender por vaporização da água.
74. Descreva o processo de evaporação da água.
75. Enuncie a lei de Dalton para a evaporação em espaço não confinado.
76. Explique o que leva o vento a facilitar a evaporação.
77. Com base no enunciado a seguir, fale mais sobre evaporação.

“Em ambientes com elevada temperatura e baixa umidade [...]”, afirma MAUGHAN e outros (1998) “[...] o único meio efetivo de perder calor é pela evaporação do suor excretado pela pele [...]”. Entretanto, de acordo com divulgação na *website*, atribuída a Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (2005),

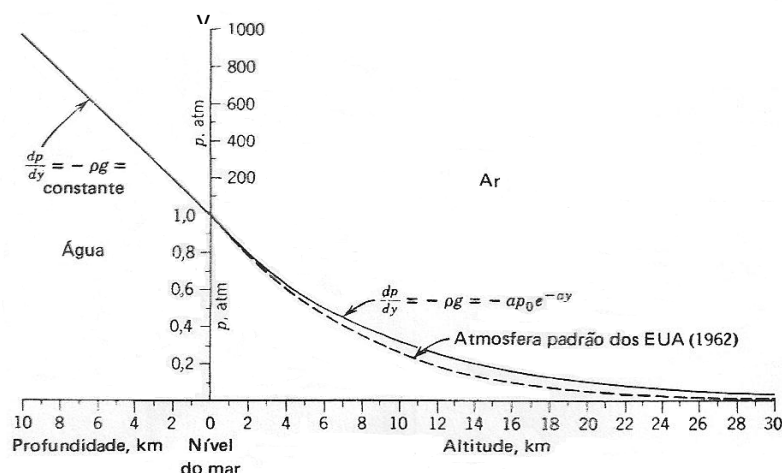
“[...] Mesmo que uma boa hidratação durante o exercício prolongado no calor favoreça as respostas termorregulatórias e de performance ao exercício, não podemos garantir que em situações de extremo estresse térmico, ela seja suficiente para evitar uma fadiga ou choque térmico [...]”.

QUESTÕES I. 9

78. Relate sobre os efeitos provocados pela variação temporal da longitude ou, em outros termos, sobre os efeitos provocados pela mudança de fusos horários (ou zonas horárias) que afetam ou podem afetar competidores de alto rendimento.
79. Ainda quanto à variação temporal da longitude, discorra sobre os sintomas denominados por *jet-lag*.

QUESTÕES I. 10

80. Ao se afirmar que “*verifica-se, com auxílio de barômetros de mercúrio, que o peso das camadas esféricas da atmosfera superior diminui à medida que se sobe*”, corre-se o risco de induzir-se desavisados a erro de conceituação, haja vista barômetro de mercúrio ser instrumento destinado a medir pressão atmosférica, e peso (força), ser medido com auxílio de dinamômetro. Esclareça a assertiva.
81. Dada a fórmula barométrica $p = p_0 \times e^{-g \times \left(\frac{M}{R \times T} \right) \times (y - y_0)}$, também conhecida por “*fórmula barométrica de Laplace*” ou “*do nivelamento barométrico de Laplace*”, em que M é a massa molecular média do ar, R a constante dos gases perfeitos, T a temperatura absoluta e g a aceleração da gravidade, descreva sua utilidade.



82. Por meio do gráfico da questão anterior (81), discuta a relação que demonstra como a pressão atmosférica varia com a altitude, no ar, e em particular com a profundidade, na água, supondo uma pressão atmosférica unitária ao nível do mar.

QUESTÕES I. 11

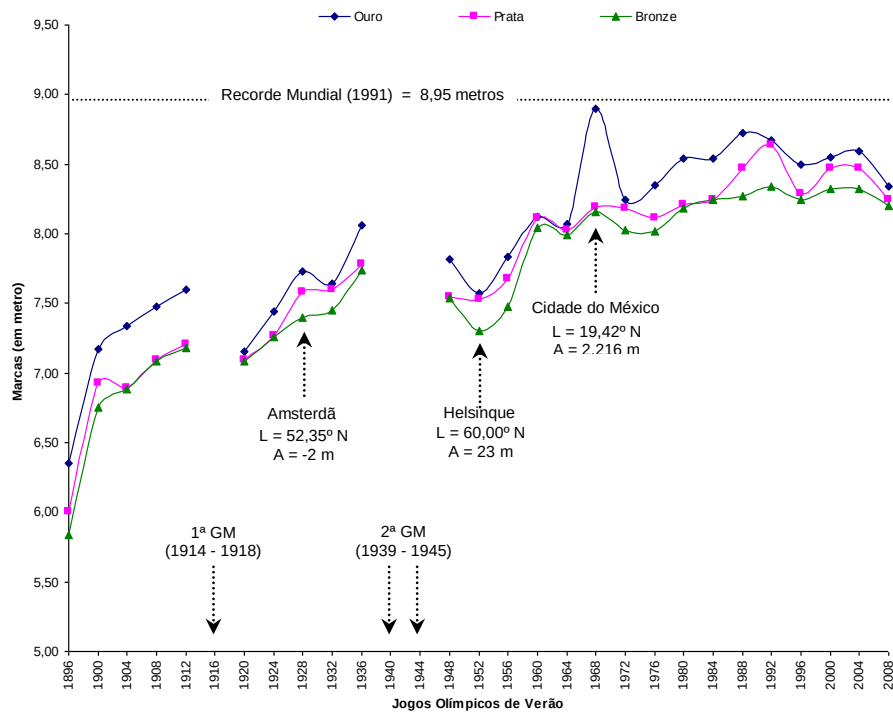
Mudanças produzidas no organismo por conta de variações da pressão atmosférica podem ser estudadas em fisiologia, entretanto, dentre os inúmeros interesses de estudos e, em particular, no das expressões barométricas mencionadas na questão 81, mostra-se o quanto a pressão atmosférica varia com a altitude, com a temperatura e com a aceleração da gravidade local. A latitude, a umidade, o vento e o clima de um modo geral são também outros desses fatores de influências.

83. Com base no enunciado acima explique a facilidade com que corpos se deslocam em meios rarefeitos, por conta de suas baixas pressões atmosféricas.

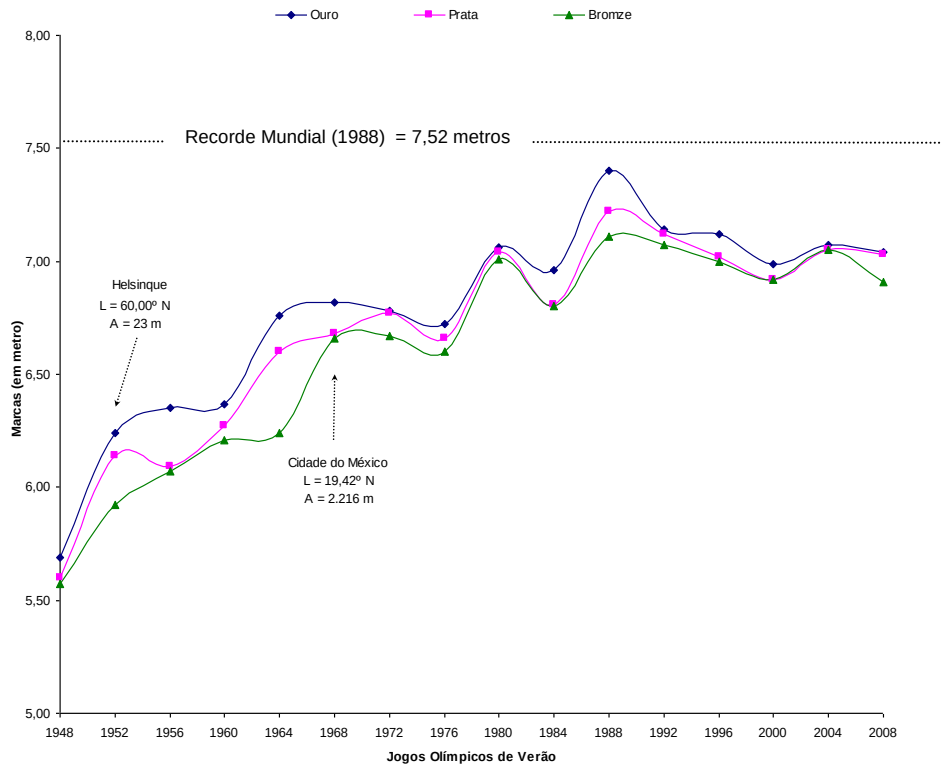
QUESTÕES I. 12

84. Descreva algumas inconveniências associadas à Doença Aguda das Montanhas.
85. Justifique, com argumentos físicos, o desempenho do atleta americano Bob Beamon nos XIX Jogos Olímpicos de 1968, ao alcançar no salto em distância a marca de 8,90 m.
86. Com base nos fatores físicos inerentes aos Jogos Olímpicos, quais sejam latitude, longitude, altitude, temperatura, densidade, massa específica, pressão atmosférica, umidade, vaporização, radiação solar, vento e tantos outros não mencionados como, por exemplo, os fenômenos de transporte de massa, momento e energia, todos, aliás, de influências notáveis aos Desportos de um modo geral, compare as condições presentes ao evento em que Bob Beamon conquista a marca de 8,90 m nos XIX Jogos Olímpicos do México, 1968, àquelas relativas ao duelo entre Carl Lewis e Mike Powell no III Campeonato Mundial de Atletismo de Tóquio, 1991.
87. No gráfico a seguir, devido as suspensões dos VI Jogos Olímpicos de Berlim (Alemanha, 1916), dos XII Jogos Olímpicos de Tóquio (Japão, 1940) e dos XIII Jogos Olímpicos de Londres (Reino Unido, 1944), por conta das duas Grandes Guerras Mundiais, as curvas representativas da evolução do Salto em Distância Masculino ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008, são interrompidas nas abscissas de 1916, 1940 e 1944. Analise os gráficos e sugira justificativas para as flutuações evidentes das curvas obtidas para os vencedores do 3º, 2º e 1º lugares, respectivamente.

Amostra gráfica da evolução do Salto em Distância Masculino ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1896 a 2008



Amostra gráfica da evolução do Salto em Distância Feminino ao longo dos Jogos Olímpicos de Verão de 1948 a 2008



QUESTÕES I. 13

88. Fale sobre os fenômenos de transferência de massa, momento e calor, decorrente da *dispersão de poluentes* na atmosfera por *difusão* (OKUNO, 1982, p. 334) e “*mudanças na habilidade de transmissão de energia solar [tanto] ultravioleta, [que afetam] processos biológicos e [...] reações fotoquímicas, [quanto] [...] visível, [que afeta] a visibilidade e [aumenta a demanda por] iluminação artificial*” (PIRES, 2005, p. 39).

CAPÍTULO II**QUESTÕES II. 1.1**

89. Determine o percentual médio de crescimento dos saltos em distância masculino de 1896 até 2008. Expresse o resultado com 3 algarismos significativos. (Sugestão: Utilize o primeiro gráfico da questão 87).
90. Por meio do segundo gráfico da questão 87, encontre o percentual médio de crescimento dos saltos em distância feminino de 1948 até 2008. Expresse o resultado também com 3 algarismos significativos. (Sugestão: Utilize o segundo gráfico da questão 87)
91. Determine para as questões 89 e 90, em média, os percentuais por Olimpíada tanto para os homens quanto para as mulheres.
92. Compare os valores calculados na questão 91 e sugira hipótese(s) que se coadune(m).
93. Leve em conta os recordes atuais (masculinos e femininos) e encontre os resultados para estes percentuais médios, comparando-os.
94. Com base na Tabela a seguir, investigue as possíveis influências para os acréscimos e decréscimos observados para os homens:

Tabela — Evolução dos saltos em distância homens de 1896 a 2008, com acréscimos ($\Delta > 0$) e decréscimos ($\Delta < 0$)

Ano	1896	1900	1904	1908	1912	1916	1920	1924	1928	1932	1936	1940	1944	1948	1952	1956	1960	1964	1968	1972	1976	1980	1984	1988	1992	1996	2000	2004	2008
$\Delta > 0$ (%)	•	14,68	1,20	2,56	1,57	•	•	3,05	3,37	•	3,92	•	•	•	•	2,63	5,57	•	4,82	•	0,12	1,84	0,36	1,73	0,75	↗	↗	0,16	•
$\Delta < 0$ (%)	•	•	•	•	•	•	-3,05	•	•	-0,09	•	•	•	-2,84	-2,23	•	•	-0,74	•	-3,17	•	•	•	•	•	↗	↗	•	-2,36
Média Aritmética (m)	6,06	6,95	7,04	7,22	7,33	•	7,11	7,32	7,57	7,56	7,86	•	•	7,64	7,47	7,66	8,09	8,03	8,42	8,15	8,016	8,31	8,34	8,49	8,55	↗	8,45	8,46	8,26

Fonte: Planilhas B2 2 e C2 1

95. Com base na Tabela a seguir, investigue as possíveis influências para os acréscimos e decréscimos observados para as mulheres:

Tabela — Evolução dos saltos em distância mulheres de 1948 a 2008, com acréscimos ($\Delta > 0$) e decréscimos ($\Delta < 0$)

Ano	1896	1900	1904	1908	1912	1916	1920	1924	1928	1932	1936	1940	1944	1948	1952	1956	1960	1964	1968	1972	1976	1980	1984	1988	1992	1996	2000	2004	2008
$\Delta > 0$ (%)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	8,54	1,15	1,84	3,98	2,86	0,30	•	5,66	•	5,64	•	↗	↗	1,63	•
$\Delta < 0$ (%)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-1,19	•	-2,56	•	-1,84	↗	↗	•	-0,90
Média Aritmética (m)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	5,62	6,10	6,17	6,28	6,53	6,72	6,74	6,66	7,04	6,86	7,24	7,11	↗	6,94	7,06	6,99

Fonte: Planilhas B2 2 e C2 1

96. Volte as curvas do gráfico da questão 87 e, descrevendo, procure realçar os resultados contidos na Tabela a seguir:

Tabela — Comparação dos resultados dos saltos em distância masculino e feminino dos Jogos Olímpicos da Cidade do México

Classificação	Homens			Mulheres		
1º	Bob Beamon	8,90 m	USA	Viorica Viscopoleanu	6,82 m	Romênia
2º	Klaus Beer	8,19 m	Alemanha Oriental	Sheila Sherwood	6,68 m	Grã Bretanha
3º	Ralph Boston	8,16 m	USA	Tatyana Talysheva	6,66 m	União Soviética

Fonte: Planilhas B2 2 e C2 1

QUESTÕES II. 1.2

97. Destaque as regras oficiais do salto em distância definidas pela Associação Internacional das Federações de Atletismo – IAAF (do inglês *International Association of Athletics Federations*).

QUESTÕES II. 2.1

98. Enumere as fases do salto em distância conhecidas.
99. Considerando uma fase inicial de preparação para a corrida, enumerada ou não na resposta dada à questão 98, descreva suas características.
100. Descreva as características da fase de aproximação ou, como também é chamada, fase da corrida de impulsão.
101. Descreva as características da fase de impulsão.
102. Descreva as características da fase aérea compreendendo a elevação e a flutuação sobre a caixa de aterrissagem.
103. Descreva a fase de queda ou aterrissagem.

QUESTÕES II. 2.2.1

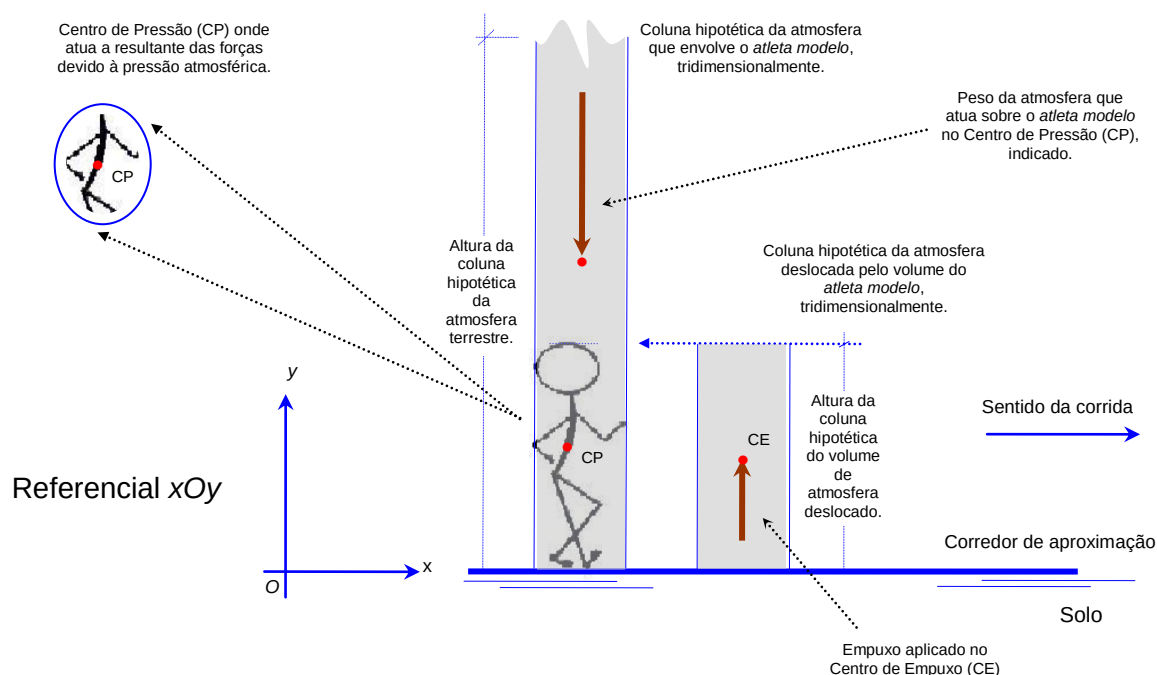
104. Considerando a então denominada “fase de preparação para a corrida”, questão 99, explique a atuação da força mútua de “[...] *ação a distância*” (TORT *et al.*, 2004) advinda da interação entre o corpo do(a) atleta e o campo gravitacional terrestre, e que constitui-se no peso próprio desse(a) atleta.
105. Num esboço, mostre o *atleta modelo*, seu centro de gravidade (CG) e o vetor representativo de seu peso próprio.

De acordo com o enunciado a seguir, responda as questões de 106 a 109.

Caso não houvesse a pista de saltos ou obstáculos naturais impostos pela superfície terrestre para apoiar o *atleta modelo*, restringindo-lhe “[...] *graus de liberdade*”, este continuaria em seu movimento de aproximação ao centro da Terra. Contudo, impedindo-o de continuar a jornada, o chão da pista lhe impõe “[...] *um vínculo*”, uma ação presencial, exatamente nos dois pontos de contato — seus pés.

106. Defina vínculo.

107. Defina grau de liberdade.
108. Portanto, impedindo que o *atleta modelo* penetre solo adentro, surge uma “[...] *força de vínculo*” ou vincular chamada de força normal que se identifica por $\mathbf{N}$. Descreva-a.
109. Faça um esboço do *atleta modelo* sujeito a normal, $\mathbf{N}$, exatamente nos dois pontos de contato — seus pés.
110. Ilustre num único esboço, o *atleta modelo* e as forças peso ($\mathbf{P}$) e normal ($\mathbf{N}$), das questões 105 e 109.
111. O fato de estar no solo, em particular sobre a pista de saltos, faz com que o *atleta modelo* experimente também duas outras forças em decorrência de sua permanência “[...] *no fundo* [deste] [...] *oceano* [gasoso]” (BLACKWOOD *et al.*, 1971, p. 98), constituído pela atmosfera terrestre. Identifique estas duas forças.
112. Explique como atua a força causada pela pressão atmosférica, $\mathbf{F}_p$, ilustrando-a por meio de esboço.
113. Ilustre a força ocasionada pelo peso do ar atmosférico num segmento do corpo do *atleta modelo*. Faça um esquema elucidativo.
114. Sobre a pressão atmosférica, pode-se acrescentar que sua ação sobre a superfície, S , do corpo do *atleta modelo* produzirá neste a força de pressão atmosférica, $\mathbf{F}_p$, experimentada nas circunstâncias adotadas. Sugira uma expressão matemática que permita mensurá-la.
115. Ilustre num único esboço, o *atleta modelo* e as forças peso ($\mathbf{P}$), normal ($\mathbf{N}$) e de pressão atmosférica ($\mathbf{F}_p$) das questões 105, 109 e 112.
116. Diga o que sabe a respeito de “*Forças sobre superfícies planas submersas*”. (Sugestão: Consulte compêndios destinados a estudantes de Engenharia)
117. No que diz respeito as forças de pressão atmosférica, trace um paralelo entre os modelos estudados para as forças “[...] *sobre superfícies planas submersas*” e sobre atletas, eventualmente praticando salto em distância.



118. Com base nas informações contidas na figura acima, enuncie o Teorema de Arquimedes.
119. Considerando ainda os dados da figura anterior, avalie o que se mede ao se utilizar uma balança de mola ou dinamômetro (também conhecida como balança de peixeiro).
120. Esclareça o que se deve levar em conta no cálculo do empuxo.
121. Esboce o *atleta modelo*, seu centro de empuxo (CE) e a representação geométrica do empuxo a que está submetido.
122. Ilustre num único esboço, o *atleta modelo* e as forças peso (P), normal (N), de pressão atmosférica (F_p) e empuxo (E) das questões 105, 109, 112 e 115.
123. Durante a permanência do *atleta modelo* de pé sobre o solo plano e horizontal da pista de saltos, observa-se não ocorrer escorregões nem tão pouco quedas como geralmente sucedem em pistas de gelo, pisos com óleos lubrificantes ou qualquer outro material escorregadio. Explique as razões.
124. Enumere conveniências e inconveniências causadas pelo atrito.
125. De acordo com MOSSMANN *et al.* (2002), as “[...] superfícies dos corpos, por mais polidas que possam parecer do ponto de vista macroscópico, apresentam rugosidade quando analisadas microscopicamente.”. Descreva as forças de atrito que atuam entre duas superfícies com possibilidades de movimento relativo.

126. Discuta a assertiva a seguir: Seria conveniente a inexistência de atrito entre os pés ou sapatilhas-de-prego e a superfície da pista sintética, pois isto daria maior agilidade aos atletas.
127. Atletas podem “[...] *competir descalços*”, afirma a “Regra 143” da IAAF (CBAAt, 2002-2003, p. 90; FAERGS, 2006-2007, p. 9). Argumente em defesa das vantagens (ou desvantagens) de se competir descalços ao invés do uso da sapatilha-de-prego.

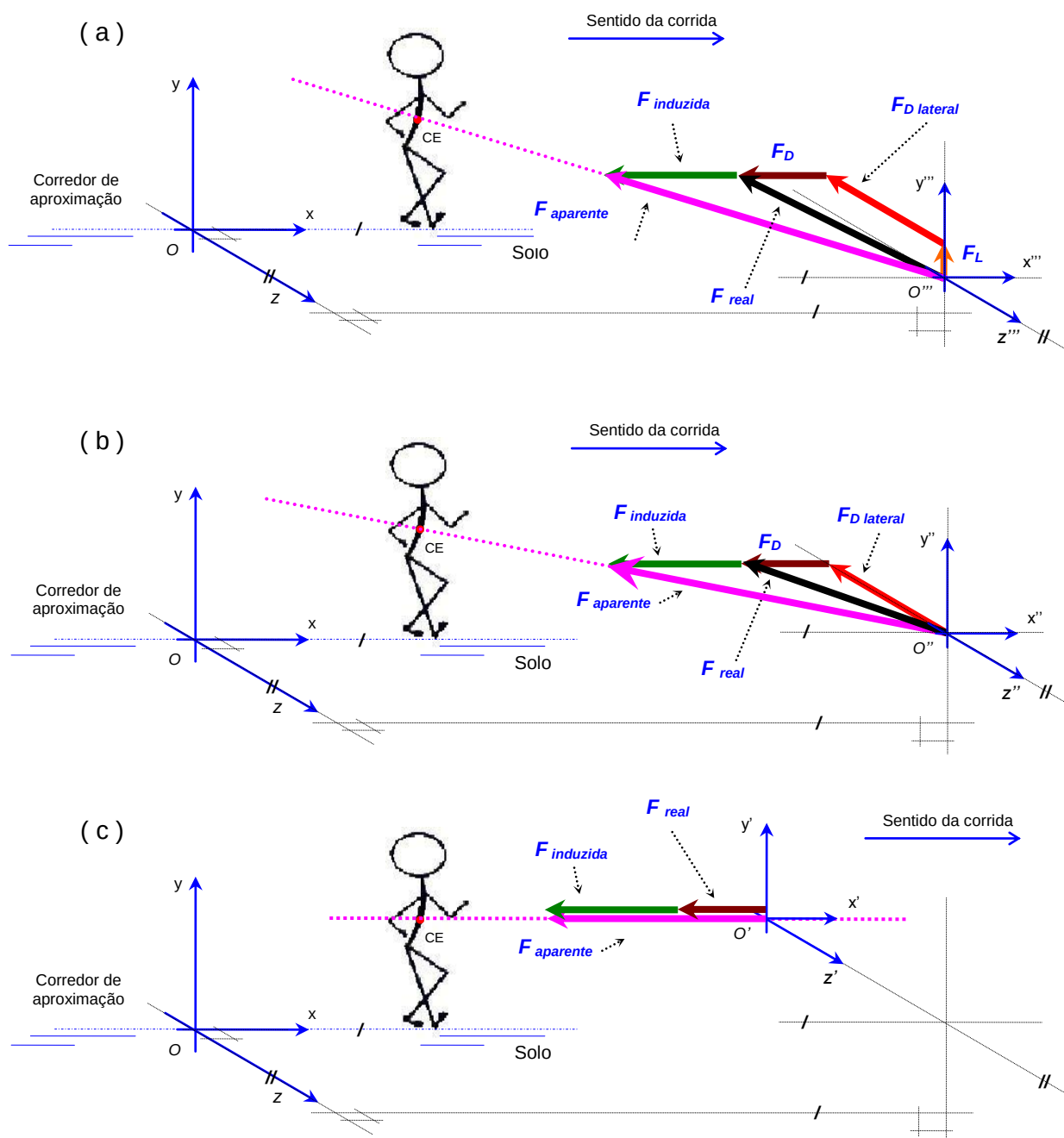
Enunciado relativo a questão 128.

A “Regra 140” (CBAAt, 2002-2003, p. 87; FAERGS, 2006-2007, p. 8) diz que:

“[...] competições controladas diretamente pela IAAF somente podem ser realizadas em instalações de superfície sintética, de conformidade com as ‘Especificações de Instalação para Pisos Sintéticos’ da IAAF e que possuam um Certificado de aprovação Classe 1 da IAAF em vigor.”.

128. Pelo que demonstra serem as pistas sintéticas, na atualidade, o piso que melhor traduz o que se espera da tecnologia para evitar os inconvenientes escorregões ou movimentos relativos destas superfícies (sapatilha-de-prego e pista sintético) pelo extraordinário valor que deve adquirir o coeficiente de atrito estático, μ_e , mesmo em pistas molhadas por chuvas ocasionais. Fale sobre os benefícios do piso sintético relativamente aos demais (pistas de saibro, de pó de brita e pistas escuras de pó de carvão).
129. Ilustre num esquema como as forças de atrito estático, F_{ae} , agem sob os pés ou sapatilhas de um atleta.
130. Estampe num único esboço, o *atleta modelo* e as forças peso (P), normal (N), de pressão atmosférica (F_p), de empuxo (E) e de atrito estático (F_{ae}) das questões 105, 109, 112, 115 e 122.
131. Descreva o que se deve entender por vento aparente, vento real (ou verdadeiro) e vento induzido.
132. Defina forças de arrasto e de sustentação.
133. Considere a “fase de preparação para a corrida”, em que o *atleta modelo* encontra-se em repouso, ou seja, em que sua velocidade relativa a pista é nula (0 m/s) e descreva as ações dos ventos “*aparente*” e “*real*”.
134. Descreva um anemômetro.

135. Faça a distinção entre um anemômetro e uma biruta.
136. Cite a complexidade em se lidar com pessoas que são corpos não rígidos, imersas no ar atmosférico enquanto fluido viscoso compressível e em situações semelhantes a de movimentos relativos aos “deslocamento de atletas no meio ar, sem vento, ou de atletas parados, com vento e do deslocamento de atletas no meio ar, com vento contra, a favor ou cruzado”.
137. Indique a expressão, devido a Isaac Newton (1642-1727), utilizada para se determinar a intensidade da resistência de arrasto, F_D .
138. Faça o mesmo para a expressão que mede a intensidade da resistência de sustentação, F_L .
139. Segundo SCHIOZER (1996, p. 506), “*Em qualquer corpo em movimento num meio fluido, a sustentação e a resistência são extremamente dependentes do ângulo de ataque $[\alpha]$ do corpo em relação à direção do escoamento.*”. Especifique a relação existente entre o ângulo de ataque α , a sustentação (F_L) e o arrasto (F_D).
140. Leve em conta as Regras “135” (p. 85), “260. 10b” (p. 208) e “163. 10-11” (p. 104), todas referendadas pela CBA (2002-2003), e justifique o comentário a seguir: A medição da velocidade do vento na direção da corrida ou do salto, assim como o sentido favorável (ou contrário) que ele venha ter, servem de parâmetros tanto para a constatação do fato em si como para a homologação dos recordes olímpicos, bem como para outros resultados em competições oficiais.
141. Dê uma mostra esquemática de como ficaria a resultante vetorial de resistência, F_r , idêntica a força de arrasto aparente $F_{D \text{ aparente}}$ ($F_r \equiv F_{D \text{ aparente}}$).
142. Fale quanto ao vento induzido experimentado pelo *atleta modelo* e medido do referencial de seu centro de massa (CM).
143. Desenhe num único esboço, o *atleta modelo* e as forças peso (P), normal (N), de pressão atmosférica (F_p), de empuxo (E), de atrito estático (F_{ae}) e de resistência do ar ou arrasto (F_r) das questões 105, 109, 112, 115, 122 e 140. Considere o arrasto aplicado ao centro de empuxo, CE, como resultante vetorial das resistências, F_r ($F_r \equiv F_{D \text{ aparente}} \equiv F_{D \text{ real}}$), gerada pela ação conjunta dos ventos real e induzido. Admita também as forças de arrastos reais $+ F_{D \text{ real}}$ ou $- F_{D \text{ real}}$, enquanto houver vento ($F_{D \text{ real}} \neq 0$ newton), visto que na situação de repouso, proposta presente para o *atleta modelo*, somente esta condição é admissível.
144. Descreva o que se vê nas situações (a), (b) e (c) a seguir, justificando-as.

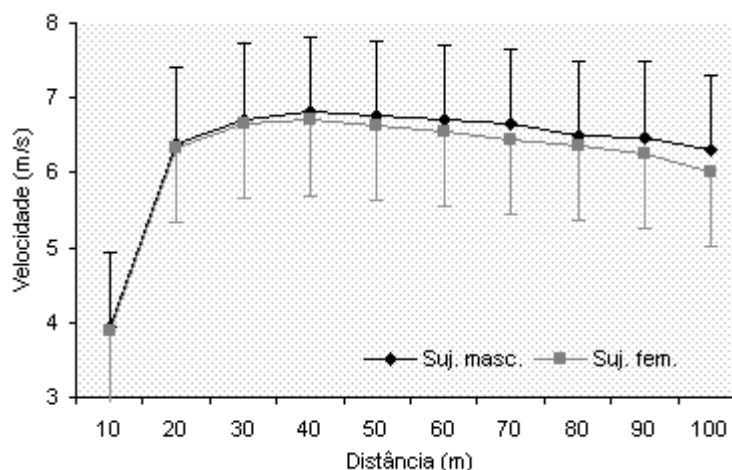


145. Quando “[...] várias forças estão atuando sobre um corpo rígido [admitindo-se que o atleta modelo possa satisfazer tais condições], é necessário considerar o equilíbrio relativo tanto à translação como à rotação”, afirma ALONSO (1972, p. 68). Assim, independentemente da base de apoio que sustenta o atleta modelo pelas plantas de seus pés ou sapatilhas; do polígono de sustentação projetado dessas bases ortogonalmente sobre o solo e do equilíbrio relativo “[...] ser estável, instável [ou] [...] indiferente” (FONSECA, 1977, p. 554), exponha as duas condições necessárias.

QUESTÕES II. 2.2.2

“A curva de velocidade apresentada pelos corredores mirins na prova de 100m rasos está apresentada na Figura II. [E] De acordo com a mesma, a fase de aceleração positiva foi caracterizada até os 40m da prova, visto que a velocidade aumenta até este ponto, registrando-se o pico da mesma, 6,80 e 6,70 m/s, nos sujeitos masculinos e femininos, respectivamente.

Figura II. Curva de velocidade na corrida de 100m rasos realizada por corredores mirins

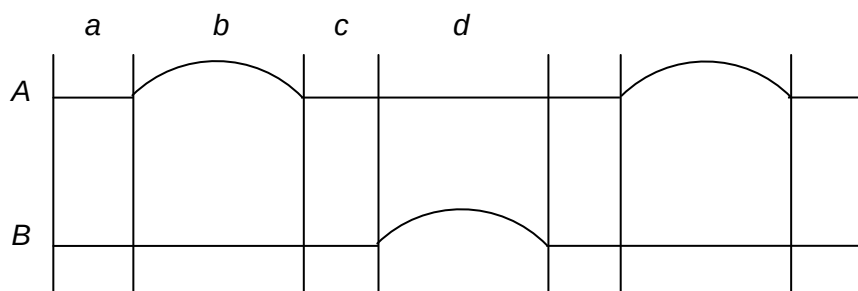


Durante este percurso inicial de aceleração [...] verificou-se nos 10m iniciais da corrida uma velocidade média baixa, tendo em vista que o tempo é cronometrado a partir do disparo [...] [quando] os atletas ainda estão parados nos blocos de partida. Desta forma, a velocidade média nestes metros iniciais será determinada pelo tempo de reação e capacidade de aceleração dos corredores. No segundo trecho da prova (10-20m), verificou-se grande aumento da velocidade média em relação aos primeiros 10m, passando, nos corredores masculinos, de 3,93 m/s para 6,39 m/s e de 3,89 m/s para 6,34 m/s nos femininos, demonstrando assim grande aceleração neste espaço. Nos próximos dois trechos (20-40m) a velocidade ainda continua ascendente, porém de maneira menos acentuada, caracterizando uma aceleração menor, tendendo a ficar nula próxima aos 40m, momento de maior velocidade na prova.” (DAL PUPO, J. & ROCHA JR, I. C., 2008).

Baseado neste enunciado, responda às questões de 146 a 151.

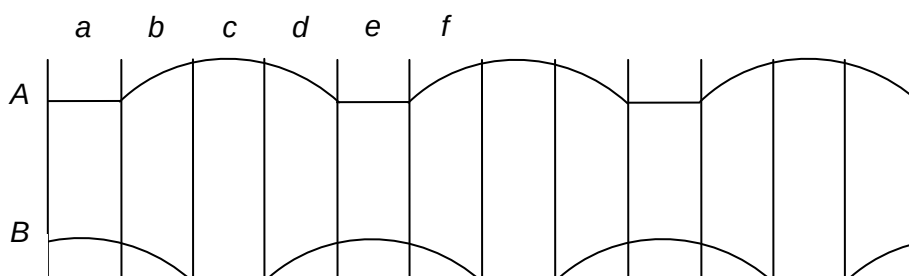
146. Esclareça o que se deve entender por “*velocidade*”.
147. Obtenha a(s) relação(ões) entre velocidade e aceleração.
148. Caracterize uma “*aceleração positiva*” ao longo de um dado percurso.
149. Diga o que venha ser “*velocidade média*”.
150. Explique o que se deve entender por “*tempo de reação*” ou tempo de reação humana.
151. Em termos físicos, descreva “*capacidade de aceleração dos corredores*”.

Considere o esquema a seguir e responda a questão 152.



152. Descreva, com base no esquema acima, as fases do caminhar humano.

Considere o esquema a seguir e responda a questão 153.



153. Descreva, com base no esquema acima, as fases da corrida humana.

154. Compare os esquemas acima (questões 152 e 153), os quais representam os movimentos dos pés ao andar e dos pés ao correr, respectivamente, e descreva com minúcia seus significados.

155. Esquematize um esboço no qual apareçam as forças normal ($\mathbf{N}$) e de atrito estático ($\mathbf{F}_{ae}$) que atuam sob um dos pés do *atleta modelo* enquanto ele corre.

156. Explique o que pode acontecer se o *atleta modelo*, dotado de sapatilha-de-prego, empurrar o chão da pista para frente.

157. Com exceção da força de pressão, $\mathbf{F}_p$, presente por conta da atmosfera local, sugira uma possível resultante para as cinco outras forças estudadas na questão 143, peso próprio ($\mathbf{P}$), normal ($\mathbf{N}$), atrito estático ($\mathbf{F}_{ae}$), empuxo ($\mathbf{E}$) e resistência do ar ($\mathbf{F}_r$), com ou sem vento contra ou a favor. Admita todas como forças coplanares e pertencentes ao plano sagital ou ântero-posterior.

158. Escreva a expressão vetorial das forças referidas na questão anterior (157) amparando-se na 2ª Lei de Newton.
159. Explique como ficaria a resultante encontrada na questão 157, se a força normal, $\mathbf{N}$, em módulo, fosse igual a intensidade do peso próprio, $\mathbf{P}$.
160. Ainda em relação a resultante encontrada na questão 157, explique como esta ficaria se a força normal, $\mathbf{N}$, em módulo, fosse maior que a intensidade do peso próprio, $\mathbf{P}$.
161. Repita o cálculo da resultante proposta na questão, levando em conta apenas as forças de atrito estático ($\mathbf{F}_{ae}$) e de resistência do ar ($\mathbf{F}_r$). Após, compare as soluções encontradas em ambas.
162. Escreva a expressão vetorial das forças referidas na questão anterior (161) amparando-se ainda na 2ª Lei de Newton, mas levando em conta somente as forças citadas na referida questão. Após, compare as soluções apresentadas.
163. Explique o que poderia ocorrer se, devido a grande performance do *atleta modelo* ou ainda por ser pequeno o coeficiente de atrito entre as superfícies em contato (sapatilhas-de-prego e pista sintética), fossem iminentes os movimentos relativos entre sapatilhas-de-prego e pista sintética.
164. Analise as expressões, bem como as observações contidas na tabela a seguir e acrescente sugestões específicas para o salto em distância em questão.

Tabela — Expressões matemáticas das forças de atrito estático, da resistência do ar e da resultante do conjunto

$0 \leq F_{ae} \leq F_{aeM}$ e $F_{aeM} = \mu_e \times N$	Donde $F_{ae} = \Psi < F_{aeM}$, $\Psi = \lambda [\mu_e (P - E) \text{ sen } \varphi]$, e λ , um adimensional ($[\lambda] = 1$), a ser determinado experimentalmente, assim como μ_e .
$F_D = \frac{1}{2} \times C_D \times \rho \times A \times v^2$	Notar que em $F_D = F_D(C_D, \rho, A, v)$, para um(a) atleta, todos os parâmetros são variáveis.
$F_R = F_{ae} - F_r = m \times \frac{dv}{dt} = m \times a_R$	Considerar a identidade $F_r \equiv F_D$

NOTA: As informações à direita são conclusões do autor.

QUESTÕES II. 2.2.3

165. Vários são os desportos nos quais, durante as provas da competição, se observam choques mecânicos (esbarrões, encontrões, tropeções) entre atletas ou partes de seus membros e seus equipamentos ou adversários. Liste alguns desses desportos.

166. Diga o que entende por choque mecânico e distinga-o de colisão.
167. Explique o que ocorre durante um choque mecânico.
168. Fale sobre “força impulsiva” ou “impulso”.
169. Descreva o “teorema do impulso”.
170. Esclareça o que venha ser quantidade de movimento (ou momento linear ou *momentum*).
171. Relacione força e quantidade de movimento.
172. Escreva o “teorema do impulso”.
173. Descreva o que vê na ilustração a seguir:

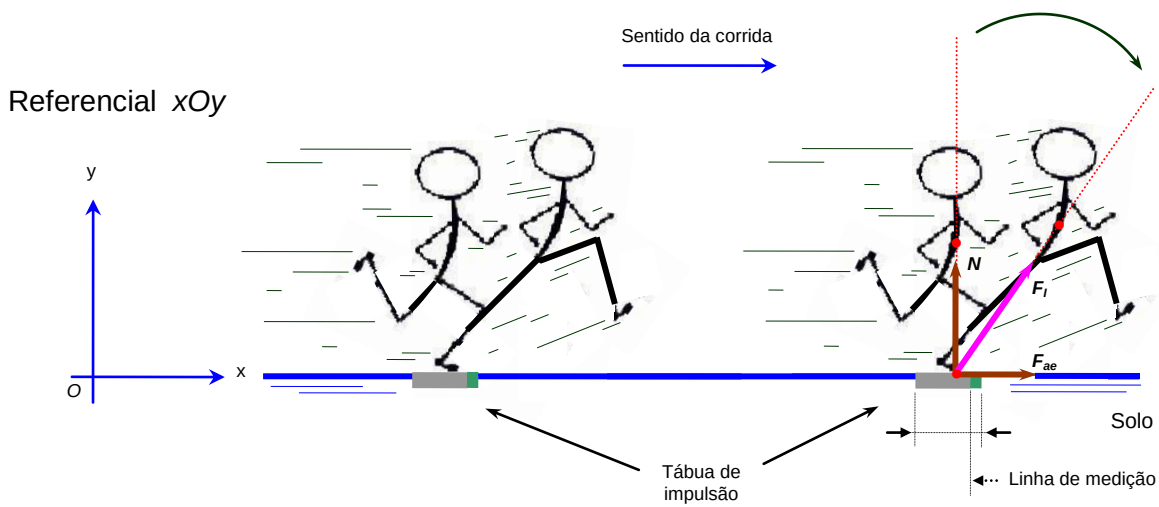


174. Esclareça os tipos de energia presentes no salto em distância.
175. Relacione as deformações que ocorrem no encontro entre atleta e tábua de impulsão no salto em distância.
176. Identifique dentre as forças peso próprio ($\mathbf{P}$), normal ($\mathbf{N}$), atrito estático ($\mathbf{F}_{ae}$), empuxo ($\mathbf{E}$), resistência do ar ($\mathbf{F}_r$) e força de pressão atmosférica ($\mathbf{F}_p$), as que se enquadram como forças internas.
177. Para as forças mencionadas na questão anterior (176), diga quais devem ser classificadas como forças externas.
178. Com base nos dados da Tabela a seguir, escreva a expressão da quantidade de movimento antes e depois do choque entre o atleta modelo e a tábua de impulsão.

Tabela — Elementos presentes ao choque mecânico entre atleta e tábua de impulsão

Componentes	Massa	Velocidade antes do choque	Velocidade depois do choque
Atleta modelo	m	$\mathbf{v} = \mathbf{v}_x + \mathbf{v}_y \neq \mathbf{0}$	$\mathbf{v}' = \mathbf{v}'_x + \mathbf{v}'_y \neq \mathbf{0}$
Tábua de impulsão	m_T	$\mathbf{v}_T = \mathbf{0}$	$\mathbf{v}_T' = \mathbf{0}$

179. Na figura a seguir procura-se mostrar as forças internas normal ($\mathbf{N}$) e atrito estático ($\mathbf{F}_{ae}$) que atuando em conjunto geram a força de impulsão, $\mathbf{F}_I$, necessária ao salto em extensão. Num esboço a parte, esquematize as respectivas reações $\mathbf{N}'$ e $\mathbf{F}'_{ae}$.



Representação vetorial da composição das forças normal, $\mathbf{N}$, e força de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$, atuando sobre o atleta modelo no instante do choque com a tábua de impulsão.

180. Nas obras dos professores Ray F. KRING (1924-2001) e José Luis FERNANDES (1947), respectivamente, trechos expostos abaixo, verificam-se valiosas informações sobre a “impulsão” que permeiam os saltos em distância.

“A principal preocupação do saltador no momento de tomar impulso é saltar o mais alto possível, com a menor perda de ímpeto para a frente. [...] O saltador envidará todos os esforços para bater vigorosamente com o pé de apoio na prancha, a fim de obter o impulso desejado. O pé de apoio baterá em cheio na tábua [...] e o joelho se dobrará um pouco, preparando-se para estender-se no salto. [...] uma vigorosa batida do pé e a plena extensão da perna se tornam extremamente significativas. Pois sem o vigoroso endireitamento da perna muita força do impulso se perderá e o saltador já não poderá transformar a resistência da tábua em movimento ascensional. O segredo do êxito no salto em distância [...] consiste, portanto, na capacidade que tem o saltador de colocar o seu centro de gravidade sobre o pé de apoio no momento de tomar impulso.”.

“O propósito exclusivo dessa ação é conseguir a máxima altura com a menor perda possível do ímpeto horizontal. A impulsão do atleta ajuda a elevar o seu centro de gravidade. O objetivo primário na competição de salto é projetar o centro de gravidade do saltador através do ar, na máxima velocidade e direção desejada. [...] A distância alcançada no salto depende principalmente da velocidade acumulada pela velocidade da corrida e a força da impulsão, quando a velocidade é transferida na direção desejada. Por essa razão, normalmente, admite-se que as mais importantes fases do salto em distância [...] [sejam] a corrida e a batida na tábua, sendo [...] a segunda [...] responsável por 2/3 do salto, requerendo [...] dessa forma, uma atenção muito especial. [...] uma ligeira inclinação lateral do peso do corpo para o lado do pé de impulsão [...] a fim de se conseguir um avanço lateral para a obtenção de um excelente equilíbrio. [...] uma ligeira flexão da perna onde o corpo se assentará, como acontece no último passo do salto em altura, e que deverá ser feita com absoluta precisão. [...] Imediatamente após, há uma máxima extensão do corpo, quando o pé deixa a tábua, estando o corpo com o centro de gravidade em um ângulo de mais ou menos 30 graus.”

Em ambos os textos, as considerações dos autores alusivas ao seguimento do salto em distância, na tábua de impulsão, permitem abstrair suposições físicas às peculiares energias despendidas pelo(a) atleta no decorrer da prova. Fale sobre elas.

181. Escreva a expressão “[...] conhecida como fórmula de Carnot [(1796-1832)]” (FONSECA, 1977, p. 530), que permite medir “[...] a energia mecânica que o sistema perde [ou ganha] em consequência do choque.” (FOLMER-JOHNSON, s/d, p. 125), pelo “[...] fato de os corpos que se chocam não serem absolutamente elásticos, [...] [havendo assim] uma inevitável perda de energia [...]” (FONSECA, 1977, p. 530) e com a qual se pode constatar a exatidão naquelas situações de ganho de energia, quando o coeficiente de restituição, e , é maior que um ($e > 1$).
182. Em “[...] consequência do choque o sistema experimenta o incremento de energia cinética: $[\Delta E_c = E'_c - E_c]$ ” (FOLMER-JOHNSON, s/d, p. 125), e para um coeficiente de restituição maior que 1 ($e > 1$), esta variação de energia cinética, ΔE_c , é positiva, ou seja, $\Delta E_c > 0$. Com base no exposto, empregue a expressão encontrada na questão anterior (181) e mostrar tal verificação.
183. Segundo ARAUJO (1933), professor de Física, deve-se estender a conclusão à qual chegou Ray KRING, ao afirmar que “[...] [o] segredo do êxito no salto em distância, [...] consiste, portanto, na capacidade que tem o saltador de colocar seu centro de gravidade sobre o pé de apoio no momento de tomar impulso.” (KRING, 1975, p. 193) pois a mesma, reforça sua tese de que possa ocorrer, de súbito, uma redução na velocidade do(a) atleta, por este tocar a tábua de impulsão com uma postura inadequada, quer dizer, com a posição da perna (segmento joelho-perna-pé de apoio) numa angulação indevida

relativamente a perpendicular à tábua. Sendo assim, tente esclarecer esta outra forma de ver.

QUESTÕES II. 2.2.4

184. Nos XXIX Jogos Olímpicos de Pequim, China, 2008, o velocista jamaicano Usain Bolt venceu as provas de 100 e 200 metros rasos com os tempos recordes de 9,69 e 19,30 segundos, respectivamente. Destes feitos notáveis, enquanto medições oficiais legítimas, pode-se determinar as mais elevadas velocidades médias, v_m , desenvolvidas até então por um atleta olímpico. Determine as respectivas velocidades médias ($v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$).

185. Conforme afirma FERNANDES (1978, p. 74),

*“[...] para poder se destacar nesta prova [de salto], é necessário ter uma grande capacidade de impulsão, habilidade natural, técnica e ser, principalmente, um **velocista**, uma vez que a falta desta qualidade jamais fará um saltador de bom nível.”*. (Grifo nosso)

Logo, calcule a máxima distância, A_M , que teoricamente Usain Bolt poderia atingir (se saltador fosse) com a velocidade média, determinada na questão anterior (184), alcançada nos 100 metros rasos em 2008, ao substituir na “[...] equação [...] [do] alcance

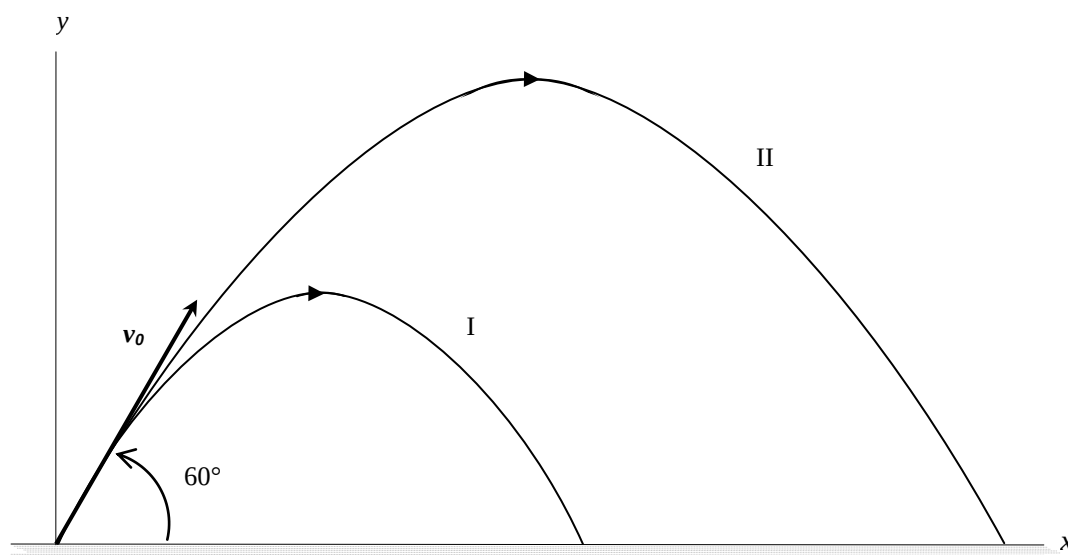
máximo $A_M = \frac{v_0^2}{g} \times \sin(2 \times \alpha)$, [...] [em seu] valor máximo $A_M = \frac{v_0^2}{g}$, [quando] $\alpha = 45^\circ$ ”

(GONÇALVES, 1979, p. 289).

186. Compare este resultado teórico da questão 185 com as marcas de Bob Beamon, de 8,90 metros conquistada nos XIX Jogos Olímpicos de Cidade do México, México, 1968 e de Mike Powell, de 8,95 metros conquistada no III Campeonato Mundial de Atletismo, Tóquio, 1991.
187. Leve em conta a solução dada à questão anterior (186) e procure respostas para as interrogações seguintes: A que fatores físicos, se existirem, tamanha discrepância poderia ser atribuída? Ou seria absurdo se pensar que o ser humano algum dia possa atingir tal marca? Se assim o for, o que dizer dos resultados atléticos de hoje quando comparados aos do início dos Jogos Olímpicos em 1896? Ou, quais deverão ser os novos recordes mundiais do salto em distância masculino e feminino na futura 50ª Edição dos Jogos Olímpicos, ou seja, daqui a 83 anos, nos L Jogos Olímpicos de Verão da Era Moderna de 2092?
188. Sugira um parecer quanto aos efeitos conjuntos (1) do fluido ar atmosférico e suas propriedades e (2) da área transversal, A , imposta pelo(a) atleta como consequência

direta do estilo do salto empregado, que possam reduzir a velocidade, v'_x , imediatamente após o choque e durante o “voo”, por participarem efetivamente dos cálculos da força de resistência, F_r , por meio da expressão $F_D = \frac{1}{2} \times C_D \times \rho \times A \times v^2$, onde F_D é o módulo de F_r , no sentido do deslocamento.

189. No gráfico a seguir reproduzem-se os resultados do que parece ser uma simulação sobre “[...] duas trajetórias de uma bola de beisebol que deixa o taco fazendo um ângulo de 60° com a horizontal, com velocidade inicial de 160 km/h [$\approx 44,4$ m/s].” (BRANCAZIO, 1985, apud HALLIDAY, 1991, p. 56). As curvas mostram as causas dos efeitos atmosféricos observados no movimento dessa bola de beisebol, onde a curva representada pelo índice “I”, menos acentuada, refere-se à trajetória da “bola do jogador de beisebol” calculada por meio de um programa de computador. Tal programa levou em conta a resistência do ar, permitindo assim, aproximar o resultado às condições normais do jogo. Já a curva indicada pelo índice “II”, mais acentuada, expõe a trajetória da “bola do pesquisador” no vácuo. Calcule, conforme o modelo tradicional que emprega a fórmula do alcance máximo, A_M ($A_M = \frac{v_0^2}{g} \times \sin(2 \times \alpha)$), o alcance, a altura máxima e o tempo de voo da trajetória “II”.



- (I) A trajetória de uma bola de beisebol, calculada (usando um computador) levando em consideração a resistência do ar.
 (II) A trajetória que seria seguida no vácuo, calculada pelos métodos tradicionais.

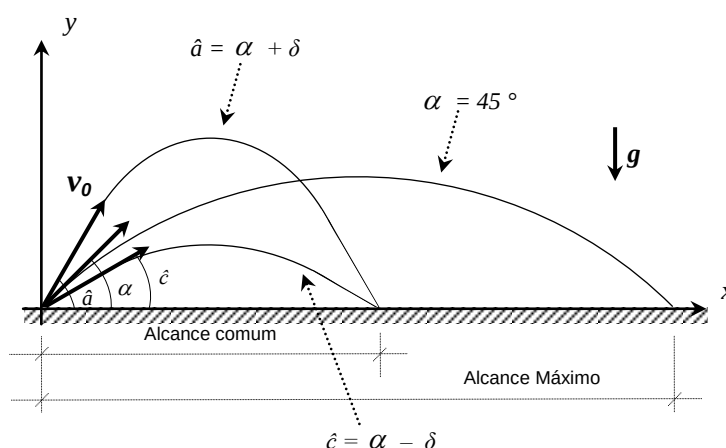
FONTE: HALLIDAY, D. et al.; *Física básica. Fundamentos de Física 1. Mecânica*, v. 1. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1991, p. 56.

190. Pesquise sobre o ângulo de lançamento, α , apropriado ao peso próprio, P , do *atleta modelo* e ao alcance máximo, A_M , cobiçado.

O enunciado a seguir refere-se às questões 191 e 192.

Admitindo uma aceleração local da gravidade de $980,1551 \text{ cm/s}^2$, adote a velocidade média, v_m , de $10,32 \text{ m/s}$, alcançada pelo corredor Bolt em Pequim 2008, como velocidade v' de lançamento de um salto em distância hipotético e, conforme a orientação dada para o ângulo de lançamento, α , a seguir, determine os itens: (a) o esquema vetorial de $v'(\alpha)$; (b) as componentes ortogonais de v' , v'_x e v'_y ; (c) o intervalo de tempo, t , do “voo”; (d) a altura máxima, h_M , alcançada; e (e) o alcance máximo, A_M , atingido.

191. Quando a velocidade v' (com intensidade igual a $10,32 \text{ m/s}$) tem sua direção definida pelo ângulo $\alpha (= 45^\circ)$, relativamente a horizontal (eixo- x).
192. Quando a velocidade v' tem sua direção definida pelo ângulo $\alpha (= 45^\circ)$, relativamente a horizontal (eixo- x), mas a componente $|v'_x|$ é que vale $10,32 \text{ m/s}$.
193. Descreva o que se percebe pela construção das curvas a seguir:



Alcance máximo e alcance para ângulos complementares.

194. Se para KRING (1975, p. 92), “[...] [a] principal preocupação do saltador no momento de tomar impulso é saltar o mais alto possível, com a menor perda de ímpeto para a frente.”, para FERNANDES (1978, p. 75), “[...] [o] propósito exclusivo dessa ação é conseguir a máxima altura com a menor perda possível do ímpeto horizontal.”. Portanto, ambos são unânimes quanto a máxima altura a ser atingida pelo(a) saltador(a) de distância. Analise os pontos de vistas com base no gráfico da questão anterior (193).

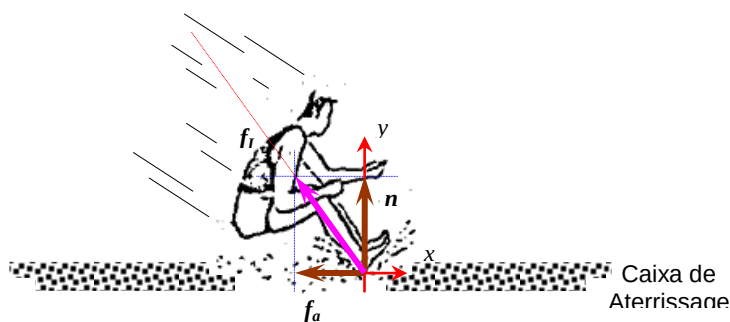
195. Como diz FERNANDES (1978, p. 76):

“Uma vez realizadas todas as ações para elevar-se, o atleta prepara-se para a queda. Todos os movimentos que ele realiza no ar, como meios de ganhar maior ímpeto, carecem de valor real, porque há um princípio da física que diz que para cada movimento existe outro movimento oposto, de retrocesso; mas como meio para manter-se descontraído, equilibrado e em posição para uma aterrissagem perfeita, esses movimentos são muitos úteis e todos os campeões os utilizam.”

Explique possíveis relações que o trecho acima possa ter com o deslocamento do centro de massa, CM, do corpo do(a) saltador(a).

QUESTÕES II. 2.2.5

196. A “Regra 185-1d” da IAAF diz que “[...] [um] competidor falha se [...] emprega qualquer forma de salto mortal enquanto estiver correndo ou no ato do salto [...]” (CBAAt, 2002-2003, p. 144; FAERGS, 2006-2007, p. 31). Descreva um salto mortal.
197. A despeito da “Regra 185-1d” nos XIX Jogos Olímpicos de Cidade do México, México, 1968, Dick Fosbury com um estilo todo seu de ultrapassar o sarrafo no salto em altura, surpreendeu o mundo dos desportos ao superar de costas a altura de 2,24 metros. Diga se o salto de Fosbury enquadra-se em sua descrição de salto mortal.
198. Sugira uma maneira de inovar a aterrissagem da época atual, praticada pelos saltadores do salto em distância que não conseguem deixar de cair para trás, para, de alguma maneira “acrobática”, evitarem a perda do ganho “já” conquistado ao longo do “voo”, por exemplo, fazendo uso da lei de conservação do momento angular, L (L = constante).
199. Diga o que entende por momento angular e sua conservação.
200. Riscos eventuais de acidentes no momento da aterrissagem poderiam ser minimizados se ao invés da “[...] areia molhada e fofa” como sustenta a “Regra 185-10” (CBAAt, 2002-2003, p. 148; FAERGS, 2006-2007, p. 33), que aumenta dessa forma a compactação e a densidade do granulado arenoso, fosse permitido insuflar-lhe ar, tornando-o um grumo menos denso e assim fofo, efetivamente. Opine sobre esta sugestão.
201. Considere a situação mostrada na aterrissagem a seguir e apresente sugestões que possam levar o(a) atleta a não sofrer retrocesso na queda devido a impulsão mostrada.



QUESTÕES II. 3

202. Comente a diferença entre se adotar referenciais inerciais ou galeianos ao invés de referenciais não-inerciais.
203. Relacione as forças de interação (ação a distância ou de ação por contato) e as forças inerciais ou fictícias.
204. Teça comentários sobre forças fictícias.
205. Considere o fato notável de que enquanto se desenrola uma competição de salto em distância, a Terra, em conjunto, também gira, e admita que outras forças além daquelas de interação, possam tornar as soluções encontradas até então um tanto mais complexas. Com isto em mente, fale sobre possíveis efeitos produzidos pelas forças de (a) Einstein; (b) centrífuga; (c) de Euler; e (d) de Coriolis.

CAPÍTULO III

QUESTÕES III. 1

206. Muito se falou a respeito de Usain Bolt e isto se deve, obviamente, aos bons resultados obtidos por este atleta nos XXIX Jogos Olímpicos de Pequim, 2008. Não obstante,

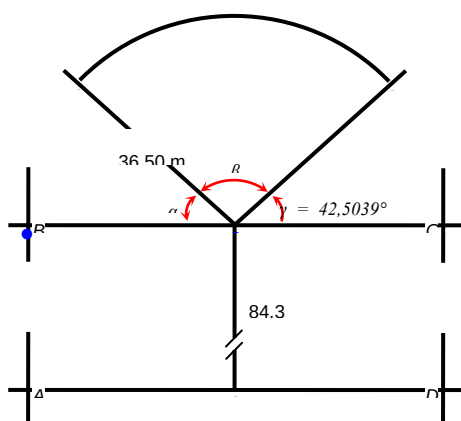


observe a posição do referido corredor ao efetuar a curva numa competição de 200 metros rasos e formule críticas.

O foto a seguir, relativa a uma eliminatória da prova dos 200 metros rasos feminino nas Olimpíada de Pequim 2008, refere-se às questões de 207 a 210.



207. Compare os posicionamentos relativos às raia, das competidoras.
208. Indique, justificando, qual dentre as atletas olímpicas mostradas encontra-se melhor posicionada.
209. Demonstre que os arcos (raias 3, 4 e 6) adotados como trajetória no referido percurso, apresentam medidas algébricas maiores do que a do arco interno junto à linha de medição (linha imaginária, 20 cm mais externa que a raia interna correspondente, a exceção da raia 1).
210. A atleta olímpica da raia 4 é a velocista jamaicana Verônica Campbell-Brown que venceu a disputa com o tempo oficial de 22,64 segundos. Determine sua velocidade média no percurso. Expresse seu resultado em m/s e em km/h.
211. Mostre um modelo que represente oficialmente uma pista de Atletismo.
212. Escreva as medidas das retas e das curvas que compõem a pista oficial de Atletismo.
213. Do esquema abaixo, calcule o comprimento da curva de uma pista oficial, tomando como



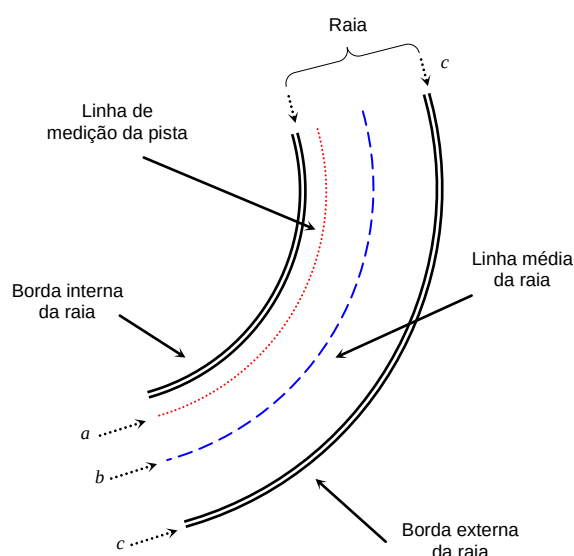
referência, a *“linha de medição”* (a 30 cm da borda) da raia interna número 1.

214. Com base nas informações contidas no esquema anterior, confirme o comprimento de 400 metros atribuídos a raia interna número 1, seguindo a *“linha de medição”*.
215. Refaça os cálculos da questão 213, adotando, agora, a linha média da raia interna número 1, relativamente à *“linha de medição”* em questão.
216. Determine a diferença percentual entre os resultados das questões 213 e 215.

Com base no modelo oficial da pista de Atletismo requerida na questão 211, determine os valores das questões de 217 a 227. Adotar para π , na expressão: $s = r \cdot \gamma$, onde γ é expresso em radianos, o valor 3,141592654.

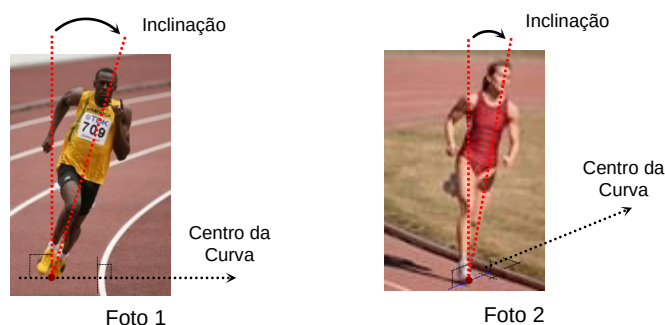
217. Larguras das 8 raias com respectiva variação.
218. Afastamentos das bordas internas das linhas de medições da pista, nas 8 raias.
219. Raios das linhas de medições da pista, nas 8 raias.
220. Raios das linhas médias das 8 raias.
221. Comprimentos das 8 curvas, sobre as linhas de medições da pista.
222. Os acréscimos aos comprimentos das 8 curvas, devido aos afastamentos laterais (tomar para referência o comprimento da curva número 1).
223. Comprimentos das 8 raias na curva para a prova dos 200 m rasos, sobre as linhas de medições da pista.
224. Comprimentos das 8 curvas sobre as linhas médias das raias respectivas.
225. Os acréscimos aos comprimentos das 8 raias na curva, devido às localizações das linhas médias (Sugestão: Efetuar a diferença entre os resultados das questões 224 e 221, respectivamente).
226. Os acréscimos aos comprimentos das 8 curvas, devido aos afastamentos laterais (adotar como referência o comprimento da curva 1, questão 224).
227. Comprimentos das 8 raias na curva para a prova dos 200 m rasos, sobre as linhas médias das raias respectivas.

228. Ao correr longe da “*linha de medição*” e, portanto, percorrer uma maior trajetória curvilínea, em virtude duma conduta semelhantemente subjetiva, causada por imprudência ou imperícia, o(a) atleta fica sujeito a outra consequência. Pois, com o aumento não oficial, mas voluntário, da trajetória na curva, e tendo-se em conta a definição de velocidade escalar média, $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, surgem outras necessidades físicas para o(a) competidor(a) interessado(a) em bons resultados. Comente estas necessidades.
229. Determine em quanto reduziria o tempo da atleta Verônica Campbell-Brown da Jamaica, se ao invés de percorrer a curva pela sua linha média, na raia 4, ela a tivesse feito pela “*linha de medição*” da mesma raia.
230. Indique, com base no esquema a seguir, as metragem relativas às provas de 200 e 400 metros rasos.



QUESTÕES III. 1.1

231. Fale sobre a força de pressão do ar, F_p , quanto à característica de exercer sobre atletas esguios ou achaparrados, efeitos subjetivos.
232. Ainda sobre tais efeitos subjetivos, por exemplo, quanto a ser o(a) atleta esguio ou achaparrado, descreva as características peculiares das forças peso próprio, P (e/ou peso próprio aparente, $P + E$), normal, N , atrito estático, F_{ae} , e resistência do ar, F_r .
233. Analise as fotos a seguir e reflita quanto à atuação das forças mencionada na questão anterior (232) e/ou de outras que justifiquem os comportamentos ilustrados.



O enunciado a seguir refere-se às questões de 234 a 238.

As duas fotos acima ilustram o quanto inclinado se encontravam os atletas ao passarem pela curva no instante do acionamento do disparador das respectivas câmeras fotográficas.

234. Apresente justificativas plausíveis para as inclinações observadas.
235. Diga em qual das duas fotos, possivelmente, a velocidade do(a) atleta é maior. Explique.
236. Justifique fisicamente estas práticas.
237. Com base na segunda lei de Newton, relacione os elementos que compõem as alegações apresentadas na resposta da questão anterior (236).
238. Pense no que poderia levar um técnico a bradar para seu(sua) atleta em treinamento ao fazer uma curva: “[...] olhe p’ra dentro da curva...”.

QUESTÕES III. 2

239. Dê sugestões para que um atleta não ziguezagueie logo após a largada dos 100 metros rasos ou logo após a corrida para o salto em distância ou triplo.

O enunciado a seguir refere-se às questões de 240 a 245.

Imagine uma competição com 2 participantes com semelhantes performances físicas. Faça com que os *atletas modelos A e B* percorram, na reta, um trecho de 20 metros. Admita também que o atleta A corra em linha reta enquanto o atleta B, o faça ziguezagueando. Não ocorrem acidentes.

240. Sem a preocupação com justificativas, sugira um vencedor.

241. Agora, supondo que a corrida de um e de outro tenha durado 2,00 segundos cravados, ou seja, ambos cruzaram a linha dos 20 metros simultaneamente, calcule a velocidade média do percurso.
242. Atenção: Mas se o *atleta modelo B* percorreu um espaço maior (devido aos ziguezagues) no mesmo tempo que o *atleta modelo A*, deveria, por isso, ter uma velocidade média maior e, por conseguinte, ganhar a prova. Esclareça a possível contradição proposta.
243. Demonstre, se existirem, os pós ou os contra da corrida em ziguezague (Admita igual número de passadas: (a) de mesmos tamanhos para os atletas *A* e *B*, (b) de menor tamanho para o atleta *B* e, (c) de maior tamanho para o atleta *B*).
244. Suponha que, relativamente ao atleta *A*, o atleta *B*, além do ziguezague, apresente igual número de passadas (a) em tamanho menor e (b) em tamanho maior e demonstre.
245. Como afirmava o técnico Ahylton da Conceição, “[...] *[a] posição do pé deverá estar na direção do deslocamento.*” (CONCEIÇÃO, 1974, p. 4). Demonstre a correção do comentário.

QUESTÕES III. 3

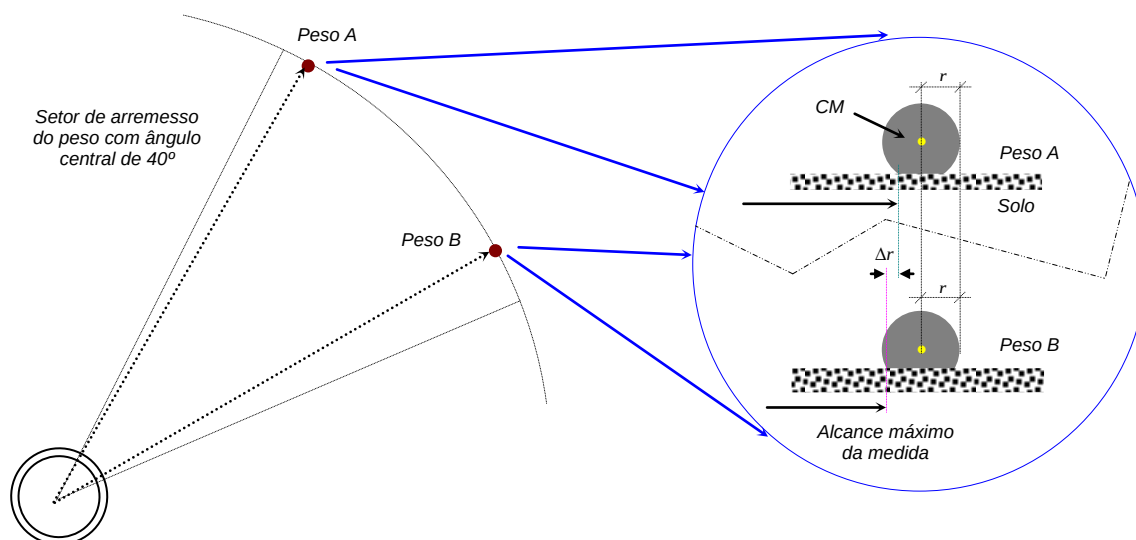
246. Descreva os benefícios, se existirem, para manutenção de passadas ampliadas ao longo de uma corrida e justifique o que as possibilitam.
247. Por meio de esboço, mostre um esquema que contemple a força peso, ***P***, projetada fora do polígono de sustentação do atleta, bem como a força de atrito estático que lhe assegura manter tal postura ao longo de uma corrida.
248. “[...] *vocês precisam sair do chão*”. Para este treinamento específico, o técnico Ahylton da Conceição utilizava-se da corrida em diagonal tanto nas arquibancadas quanto no campo da sede do Botafogo de Futebol e Regatas em General Severiano, no Rio de Janeiro, numa pretensiosa imitação dos amplos saltos dos cangurus australianos. Defenda estas determinações, apresentando os argumentos físicos que as possibilitem.

QUESTÕES III. 4

249. Relacione algumas medições que possam ocorrer durante uma competição de Atletismo.
250. Proponha solução(ões) que corrijam a falta do sincronismo no comando de partida (o tiro) nas provas escalonadas, comuns nas curva com várias raia, por conta do posicionamento do árbitro de partida.

251. Sugira condição(ões) que possa(m) incorporar às marcas dos(as) competidores(as), os acréscimos individuais porventura alcançados durante as tentativas de ultrapassagem dos os sarrafos.

O esquema a seguir refere-se às questões 252 e 253.



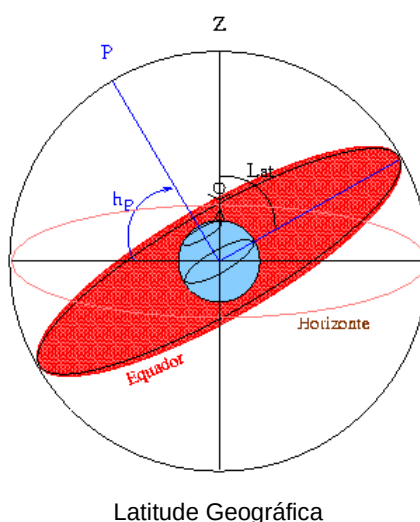
252. Analise o esquema e indique o(s) erro(s) que possam estar inseridos no processo de medição do arremesso do peso considerado.
253. Apresente soluções que se proponham corrigir o(s) erro(s) levantado(s) na questão 252.

RESPOSTAS DAS QUESTÕES PROPOSTAS

CAPÍTULO I

As respostas 1 e 2, bem como outras questões sobre Sistemas de Coordenadas podem ser obtidas no *site* de referência²⁰².

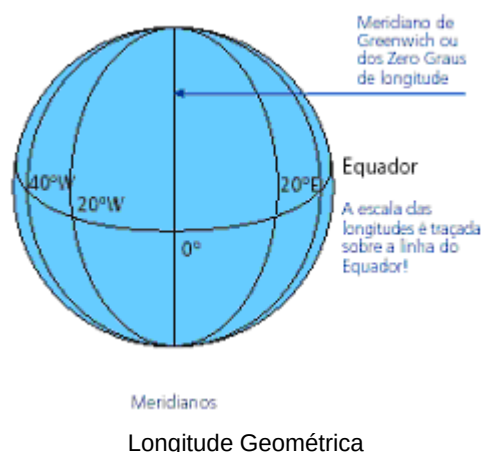
1. Latitude geográfica é o “[...] ângulo $[\varphi]$ medido ao longo do meridiano do lugar, com origem no equador e extremidade no zênite do lugar. Varia entre -90° e $+90^\circ$. O sinal negativo indica latitudes do hemisfério sul e o sinal positivo hemisfério norte. [Portanto,] $-90^\circ \leq \varphi \leq +90^\circ$ ”.



2. Longitude geográfica é o

“[...] ângulo $[\lambda]$ medido ao longo do equador da Terra, tendo origem em um meridiano de referência (o meridiano de Greenwich), e extremidade no meridiano do lugar. Na Conferência Internacional Meridiana, realizada em Washington em outubro de 1884, foi definida como variando de 0 a $+180^\circ$ (Oeste de Greenwich) e de 0 a -180° (Leste [de Greenwich]). Na convenção usada em astronomia, varia entre $-12h$ (Oeste) e $+12h$ (Leste). [Portanto,] $-12h \leq \lambda \leq +12h$ ”.

²⁰² SISTEMAS DE COORDENADAS. Disponível em: < <http://astro.if.ufrgs.br/coord.htm> >. Acesso em: 7 jul. 2009.



3. Altitude é a “[...] [altura] em relação ao nível do mar” (FERREIRA, 1999, p.75)²⁰³. Porém, conforme afirma Rui Dilão, do Grupo de Dinâmica Não-Linear, IST:

“[...] [a] Terra é aproximadamente esférica, com um ligeiro achatamento nos pólos. Para se definir a altitude de um ponto sobre a Terra define-se uma esfera --- geóide --- com um raio de 6378 km. A altitude num ponto da Terra é a distância na vertical à superfície deste geóide.”²⁰⁴

Por outro lado, segundo o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, deve-se distinguir altitude geométrica de altitude ortométrica, como se entende a seguir:

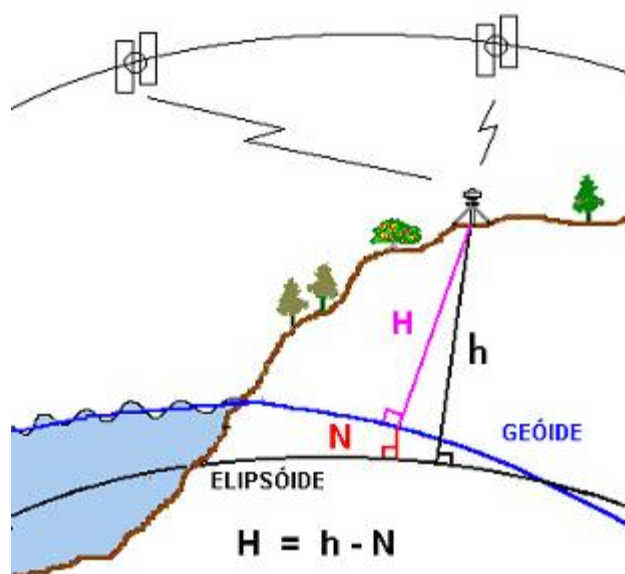
“O aparecimento do Global Positioning System - GPS, revolucionou as atividades que necessitam de posicionamento em função de sua rapidez e precisão na obtenção de coordenadas. Este fato acarretou um crescente interesse por um geóide mais acurado e preciso para aplicações nas áreas de mapeamento e engenharia, onde há necessidade do conhecimento de uma altitude com significado físico, a altitude ortométrica. Para que as altitudes elipsoidais ou geométricas (h) (referidas ao elipsóide), oriundas de levantamentos com GPS, possam ser utilizadas nestas áreas, é necessário que elas sejam convertidas em altitudes ‘ortométricas’ (H), referidas ao geóide. Para isso, precisa-se conhecer a altura ou ondulação geoidal (N), ou seja, a separação entre as duas superfícies de referência, o geóide e o elipsóide. [...] Para converter [com uma resolução de 10’ de arco [...]] a altitude elipsoidal (h), obtida através de GPS, em altitude ortométrica (H), utiliza-se a equação:

$$H = h - N$$

²⁰³ ALTITUDE. In: NOVO DICIONÁRIO DA LÍNGUA PORTUGUESA. 9 ed. Rio de Janeiro: 1975.

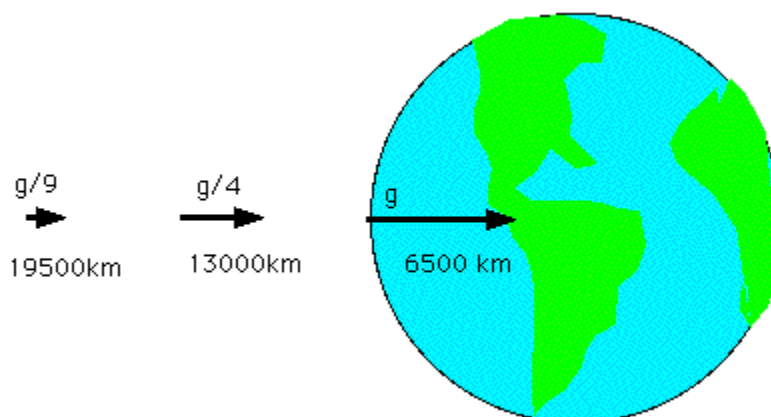
²⁰⁴ CIÊNCIA VIVA. LATITUDE E LONGITUDE: instrumentos e medição. GPS - Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global). Disponível em: < <http://www.cienciaviva.pt/latlong/anterior/gps.asp> >. Acesso em: 8 jul. 2009.

onde N é a altura (ou ondulação) geoidal fornecida pelo programa, dentro da convenção que considera o geóide acima do elipsóide se a altura geoidal tiver valor positivo e abaixo em caso contrário.²⁰⁵



Relação entre altitude geométrica e ortométrica

4. Aceleração local da gravidade ou, de maneira menos específica, aceleração da gravidade é, segundo MACEDO (1976, p. 4), “[...] [a] aceleração do movimento de queda livre dum corpo nas vizinhanças da Terra. Varia de ponto para ponto no globo pois depende da presença de montanhas, de massas de água, da altitude, da latitude, etc.”. A figura abaixo dá uma idéia de como a aceleração da gravidade diminui a medida que se afasta do centro da Terra.



Aceleração da gravidade da Terra

²⁰⁵ IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Modelo de Ondulação Geoidal. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtml >. Acesso em: 8 jul. 2009.

Levando-se em conta as afirmações anteriores, a medida da aceleração local da gravidade poderá ser obtida como função da altitude, A , e da latitude, L , por meio de $g = g(L, A)$, assim:

$$g = g(L, A) = 978,0490 + 5,1723 \times \sin^2(L) - 0,0058 \times \sin^2(2 \times L) - \left(\frac{2 \times G \times M}{R^3} \right) \times A$$

5. Para GONÇALVES (1979, p. 1), “[...] [a] temperatura é uma grandeza primitiva. Por isso, não pode ser definida.”. No entanto,

“[...] a temperatura T [...] [de um] sistema [pode ser entendido] como uma quantidade relacionada à energia cinética média das partículas no referencial do CM [(Centro de Massa)]. Assim, [a] temperatura [seria] [...] definida independentemente do movimento do sistema em relação ao observador.” (ALONSO, 1972, p. 254).

Por meio “[...] de um termômetro de gás isovolumétrico, no qual a temperatura é proporcional à pressão de uma amostra com volume constante de um gás ideal” (HALLIDAY, et al., 1991, p. 171), pode-se medir temperatura termodinâmica usando a expressão a seguir:

$$T = 273,16 \times \left(\lim_{p_t \rightarrow 0} \left(\frac{p}{p_t} \right) \right)$$

onde p_t é a pressão do gás na temperatura do “[...] ponto triplo da água, que é a temperatura na qual gelo, água líquida e vapor de água coexistem em equilíbrio.” (GOLDEMBERG, 1977, p. 345), p a pressão do gás na temperatura medida e 273,16 o valor arbitrado por acordo internacional em 1967, segundo HALLIDAY, et al. (1991, p. 165) referente ao ponto triplo da água.

6. Conforme afirma HEWITT (2002, p. 300) “[...] [existe] sempre algum vapor d’água na atmosfera. Uma medida dessa quantidade de vapor d’água é denominada ‘grau de umidade’ (a massa de água por volume de ar).”

Para a razão da massa de vapor d'água por unidade de volume, dá-se o nome de *umidade absoluta*; para a razão entre as pressões parciais e a de vapor, a mesma temperatura, dá-se o nome de *umidade relativa*, sendo esta, normalmente expressa em porcentagem, como se mostra a seguir, respectivamente (SEARS, 1977, p. 250):

$$\text{Umidade absoluta} = \frac{\text{Massa de vapor de água}}{\text{Volume de ar}}$$

$$\text{Umidade relativa (\%)} = 100 \times \frac{\text{Pressão parcial de vapor d'água}}{\text{Pressão do vapor à mesma temperatura}}$$

7. Massa específica ou massa volumétrica (por vezes também denominada densidade absoluta, ou massa volumar) é, segundo SCHIOZER (1996, p. 7), “[...] definida como a massa por unidade de volume.”. Para um dado corpo de massa m e volume V , sua massa específica ρ poderá ser obtida conforme indicado abaixo:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

8. Densidade simplesmente, ou ainda densidade relativa

“[...] de um dado material é definida pela relação entre sua massa específica e a massa específica de um material padrão. A densidade dos líquidos é especificada com relação à água [a 4 °C de temperatura, 1 atm de pressão e isenta de impurezas], e a dos gases, com relação à do ar em condições normais de pressão e temperatura [(isto é, CNTP, ou seja, pressão de 1 atm e temperatura de 0 °C)].”, diz SCHIOZER (1996, p. 7).

No caso de os volumes considerados serem diferentes ($V \neq V_{\text{padrão}}$), tem-se:

$$d_{\text{relativa}} = \frac{\rho}{\rho_{\text{padrão}}}$$

Para volumes iguais ($V = V_{\text{padrão}}$), tem-se:

$$d_{\text{relativa}} = \frac{m}{m_{\text{padrão}}}$$

9. Pressão atmosférica é a denominação dada à razão entre “a força exercida sobre uma unidade de área da superfície da [Terra] [...], pelo peso da [camada] atmosférica.”

(ELONCA *et al.*, 1976, p. 125). Conforme afirma MACEDO (1976, p. 279), a pressão atmosférica depende “[...] de condições locais e instantâneas, tais como altura, temperatura, umidade, etc., e determina o deslocamento das massas de ar.”. Portanto, sua intensidade pode ser determinada por:

$$p = \frac{F \times \cos\varphi}{A} = \frac{F_{\perp}}{A}$$

onde, F é o peso, em módulo, da camada atmosférica e φ o ângulo entre a direção de F e a normal a superfície de área, A , examinada ou, de outro modo, $F_{\perp}$ é o módulo da componente de F perpendicular a área, A , considera.

QUESTÕES I. 1

10.

Sedes Olímpicas (Cidade / País / Ano)	Latitude	Longitude	Altitude	Gravidade local
I Jogos Olímpicos de Atenas – Grécia 1896	37° 58'12" N	23° 43' 12" O	110 m	979,9675 Gal

11.

Sedes Olímpicas (Cidade / País / Ano)	Latitude	Longitude	Altitude	Gravidade local
XXIX Jogos Olímpicos de Pequim – China 2008	39,92° N	116,38° L	59 m	980,1551 cm/s ²

12.

Sedes Olímpicas (Cidade / País / Ano)	Gravidade local
I Jogos Olímpicos de Atenas – Grécia 1896	9,800 m/s ²
XXIX Jogos Olímpicos de Pequim – China 2008	9,802 m/s ²

13.

$$Desvio_{porcentual} = \frac{(G_{Pequim} - G_{Atenas})}{G_{Pequim}} \times 100\% = \frac{(9,802 - 9,800)m/s^2}{9,802m/s^2} \times 100\% \cong 0,02040\% = (2,040 \times 10^{-2})\%$$

14.

Sedes Olímpicas (Cidade / País / Ano)			Latitude
Maiores Latitudes	1	XV Jogos Olímpicos de Helsinque – Finlândia 1952	60° 00' 00" N
	2	V Jogos Olímpicos de Estocolmo – Suécia 1912	59° 23' N
	3	XXII Jogos Olímpicos de Moscou – Rússia 1980	55° 45' 00" N
Menores Latitudes	1	XIX Jogos Olímpicos de Cidade do México – México 1968	19° 25' 12" N
	2	XXVII Jogos Olímpicos de Sydney – Austrália 2000	33° 32' 24" S
	3	XXVI Jogos Olímpicos de Atlanta – EUA 1996	33° 45' 00" N

15.

Sedes Olímpicas (Cidade / País / Ano)	Aceleração da gravidade (cm/s^2)	
	(pelo gráfico, $g(L)$)	(pela fórmula, $g(L)$)
IX Jogos Olímpicos de Amsterdam – Holanda 1928	981,285980	981,285980
XV Jogos Olímpicos de Helsinque – Finlândia 1952	981,923875	981,923875
XIX Jogos Olímpicos de Cidade do México – México 1968	978,618516	978,618516

16. Fazendo $g(L) = g(0^\circ)$, vem que: $g(L) = g_0 = 978,0490 \text{ cm/s}^2$. Este valor de aceleração refere-se ao valor tomado como referência para a aceleração da gravidade ao nível do mar no equador (ALONSO, 1972, p. 483), com L expresso em grau e g em centímetro por segundo ao quadrado.

$$17. \text{Variação}_{\text{porcentual}} = \frac{(g_{\text{Helsinque}} - g_{\text{Cidade do México}})}{g_{\text{Helsinque}}} \times 100\% = \frac{(981,923875 - 978,618516)}{981,923875} \times 100\%$$

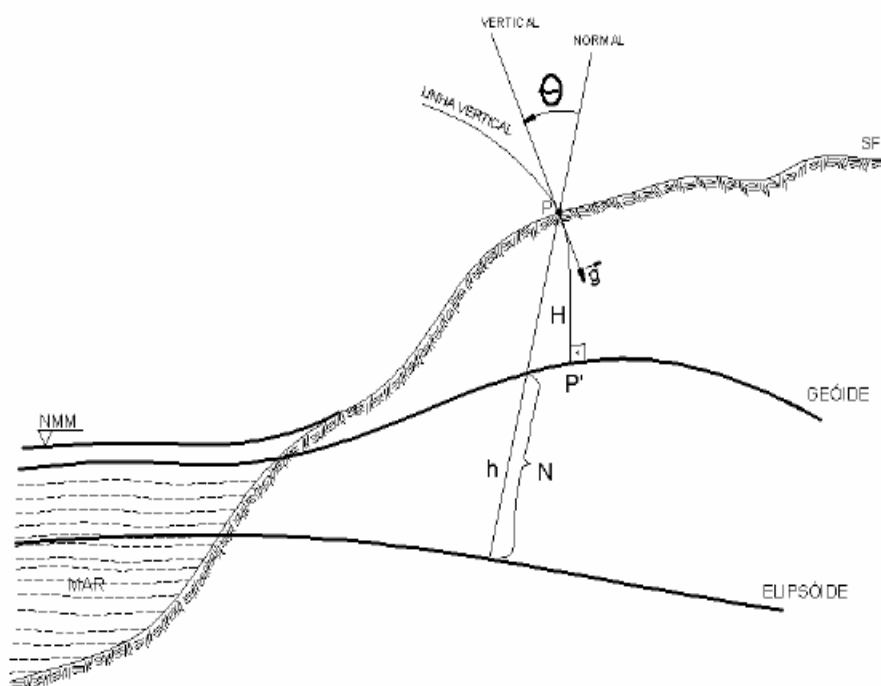
Logo, para $g(L)$, tem-se: $\text{Variação}_{\text{porcentual}} = 0,336620697\% \cong 0,34\%$

18. Como a $\text{Latitude}_{\text{Pequim}} = 39^\circ 55' 12'' \text{ N} = 39,92^\circ \text{ N}$, vem que: a aceleração da Sede dos XXIX Jogos Olímpicos de Pequim, China, 2008, tomando-se $g = g(L) = g(39,92^\circ)$ na expressão $g = g(L) = 978,0490 + 5,1723 \times \text{sen}^2(L) - 0,0058 \times \text{sen}^2(2 \times L)$, será de $980,173340 \text{ cm/s}^2$.

QUESTÕES I. 2

19. Segundo CARGNELUTTI (2007, pp. 28-29),

“[...] existem basicamente três superfícies que envolvem o posicionamento geodésico [...] [(figura abaixo)]. A primeira superfície é a superfície física da Terra (SFT), definida como o limite que separa o relevo topográfico e as águas da atmosfera. Esta superfície é limitante do relevo topográfico onde são realizadas as diversas operações topográficas. A segunda superfície é representada pelo elipsóide de revolução. A terceira é a superfície geoidal que limita um corpo chamado geóide, definida como uma superfície equipotencial do campo da gravidade que mais se aproxima do nível médio não perturbado dos oceanos, prolongado através dos continentes. [...] Geopes são superfícies equipotenciais do campo da gravidade. O geóide é o geopo que mais se aproxima do nível médio do mar imperturbado, prolongado sob todos os continentes. As superfícies equipotenciais da gravidade são denominadas assim pelo fato de que por todo o prolongamento de sua superfície o valor da gravidade é constante.”



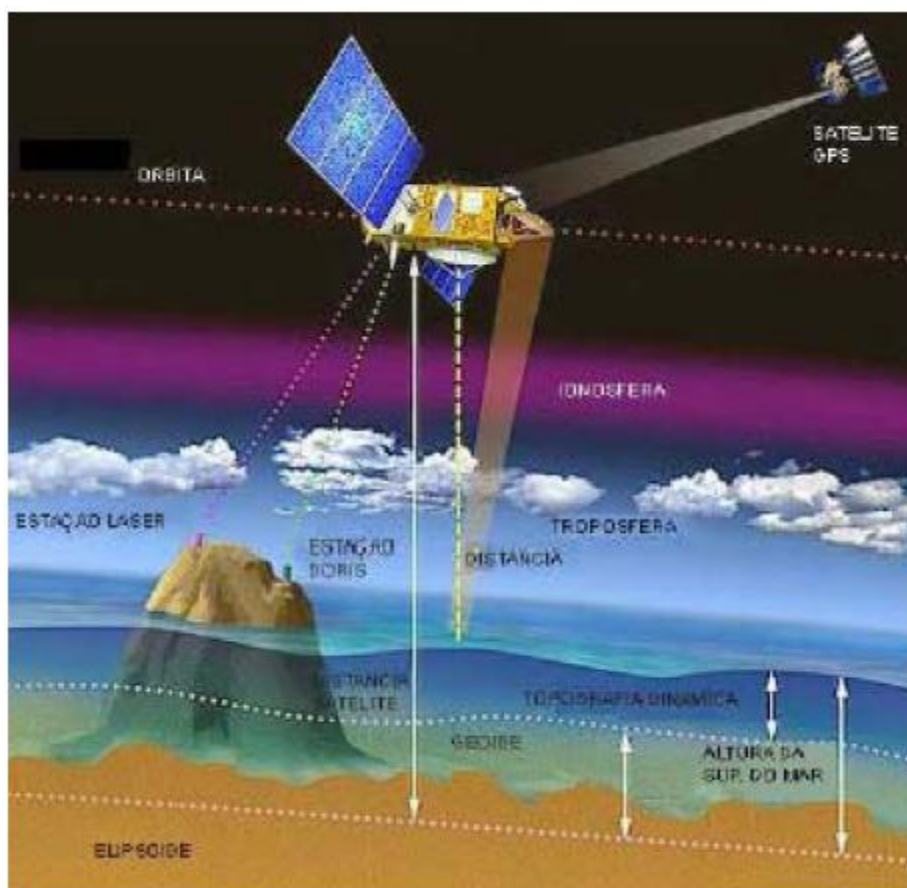
Superfície que envolvem o posicionamento geodésico: Vertical, normal, altitude geométrica (h), ortométrica (H) e ondulação do geóide (N), superfície física terrestre (SFT), geóide, nível do mar (NMM) e elipsóide. Fonte: CARGNELUTTI, 2007, p. 29.

20. De acordo com a Biblioteca GIS – Sistemas de Informações Geográficas²⁰⁶,

“[...] [vista] do espaço, a Terra assemelha-se a uma esfera com os pólos achatados. Na realidade, sua forma é afetada pela gravidade, força centrífuga de rotação e variações de densidade de suas rochas e componentes minerais. Devido à complexidade de se trabalhar com a forma real da Terra, os cartógrafos aproximam sua superfície para um modelo do globo terrestre. Neste processo de aproximação, inicialmente se constrói um geóide, resultante da medição do nível dos oceanos. Em seguida, aproxima-se o geóide por um elipsóide de revolução, mais regular. Um elipsóide de revolução é um sólido gerado pela rotação de uma elipse em torno do eixo menor dos pólos. Por fim, pode-se considerar o próprio elipsóide ou transformá-lo em uma esfera com a mesma superfície, gerando então o globo terrestre. [...] Estudos geodésicos apresentam valores diferentes para os elementos de um elipsóide (raio do equador, raio polar e coeficiente de achatamento). Assim, cada região deve adotar como referência o elipsóide mais indicado. No Brasil, adotou-se o elipsóide de Hayford, cujas dimensões foram consideradas as mais convenientes para a América do Sul. Atualmente, no entanto, utiliza-se com mais frequência o elipsóide da União Astronômica Internacional, homologado em 1967 pela Associação Internacional de Geodésia, que passou a se chamar elipsóide de referência.”

A figura a seguir ilustra os modelos descritos pelas respostas presente e anterior, questão 19, quanto ao geóide e o elipsóide.

²⁰⁶ Biblioteca GIS – Sistemas de Informações Geográficas. Disponível em: <<http://www.telemidia.puc-rio.br/~pslr/mestrado/disciplinas/gis/paginaPrincipal.htm>>. Acesso em: 7 set. 2009.



Altimetria por satélite artificial. Fonte: LOBIANCO, 2005 *apud* CARGNELUTTI, 2007, p. 40.

21. No gráfico da questão, similar ao exibido na obra *Fundamentos de Física* (HALLIDAY & RESNICK, 1991, p. 52), o autor afirma que “[...] [cerca] de 65% da variação é devido à rotação da Terra e os 35% restantes decorrem das variações produzidas por causa da forma achatada da Terra”.
22. Provavelmente não outra justificativa, mas outra forma de dizer seria quanto aos efeitos devido à forma achatada a qual por sua vez, “[...] é afetada [não somente] pela [...] força centrífuga de rotação [...] [mas pelas] variações de densidade de suas rochas e componentes minerais.” (Biblioteca GIS)²⁰⁷.

QUESTÕES I. 3

23. Conforme se mostrou ($g = g(L) = 978,0490 + 5,1723 \times \sin^2(L) - 0,0058 \times \sin^2(2 \times L)$, questão 18, por exemplo) é inegável a contribuição que a latitude terrestre dá aos valores locais da aceleração da gravidade. Com isso, por não ser única, as Sedes Olímpicas levam os atletas a experimentarem os efeitos inerentes às suas latitudes pontuais durante os Jogos. Assim, a latitude soma-se aos diversos outros fatores climáticos²⁰⁸ e naturais que

²⁰⁷ Cf. Nota de rodapé 19, p. 9.

²⁰⁸ CLIMA. Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Clima> >. Acesso em: 2 mai. 2008.

transformam os bons resultados atléticos num produto imprevisível e por vezes de difícil obtenção para os atletas que os almejam, mesmo para aqueles de alto rendimento.

QUESTÕES I. 4

24. Na mesma reportagem (REVISTA VEJA, 2007)²⁰⁹ seus autores afirmam que “[...] [os] estudos dos efeitos da altitude sobre a performance física começaram a ser realizados depois dos Jogos Olímpicos de 1968.”, portanto, nos jogos relacionados a seguir, a princípio:

Sedes Olímpicas (Cidade / País / Ano)	Altitude (em metros)
XIX Jogos Olímpicos de Cidade do México - México 1968	2216
XX Jogos Olímpicos de Munique - Alemanha 1972	510
XXI Jogos Olímpicos de Montreal - Canadá 1976	47
XXII Jogos Olímpicos de Moscou - Rússia 1980	151
XXIII Jogos Olímpicos de Los Angeles - EUA 1984	100
XXIV Jogos Olímpicos de Seul - Coreia do Sul 1988	46
XXV Jogos Olímpicos de Barcelona - Espanha 1992	5
XXVI Jogos Olímpicos de Atlanta - EUA 1996	320
XXVII Jogos Olímpicos de Sydney - Austrália 2000	1
XXVIII Jogos Olímpicos de Atenas - Grécia 2004	110
XXIX Jogos Olímpicos de Pequim - China 2008	59

25. A controvérsia ficaria por conta do trecho que afirma: “[...] o treinamento em condições de hipóxia [“métodos que se baseiam em limitar a oferta de oxigênio no corpo artificialmente, simulando altitude, para melhorar a performance”]²¹⁰ não provoca nenhum efeito aditivo no desempenho.”. Por entender, o autor, a partir de uma visão baseada exclusivamente na Física, ser esta conclusão precipitada, pois, o referido método não parece ser tão abrangente a ponto de permitir tamanha conclusão.
26. No texto, a conceituação dada a “hipóxia” (“[...] métodos que se baseiam em limitar a oferta de oxigênio no corpo artificialmente, simulando altitude, para melhorar a performance”), afirma que o método simula altitude ao “[...] limitar a oferta de oxigênio no

²⁰⁹ VEJA.COM. Efeitos das grandes altitudes. Perguntas & Respostas, dez. 2007. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/perguntas_respostas/altitudes/index.shtml>. Acesso em: 26 jun. 2008.

²¹⁰ EQUIPE SPORTLAB. Disponível em: <<http://www.registration.com.br/Canais/Pages/TreinamentoemAltitude.aspx>>. Acesso em: 25 jun. 2008.

corpo artificialmente". No entanto, não parece adequado simular altitude apenas reduzindo-se a oferta de oxigênio ou, em última análise, reduzindo-se a pressão atmosférica local, já que paralelamente ocorrem outras variações, por exemplo, na temperatura, na umidade e na aceleração local da gravidade.

27. As respostas das questões 3 e 9 parecem reforçar as evidências quanto às influências devidas, tanto à altitude quanto à pressão atmosférica. Sendo assim, talvez fosse interessante reconsiderar no resultado da simulação com câmaras hiperbáricas a possibilidade de correção das discrepâncias inerentes as demais grandezas físicas.
28. Amsterdam, dentre todas as Sedes Olímpicas, é a única a situar-se abaixo do nível do mar (- 2 metros) e, portanto, a única a ter altitude negativa.
29.
$$Relação_{porcentual} = \frac{|A_{Cidade do México}|}{|A_{Amsterdã}|} \times 100\% = \frac{|+ 2216m|}{|- 2m|} \times 100\% = 110.800\%$$
30. Para as alturas médias de brasileiros adultos, homens e mulheres, a tabela a seguir mostra os resultados:

Brasileiros adultos	Altura média (em centímetros)	Estatutura proporcional (em metros)
Homens	169,0	1.873
Mulheres	158,0	1.751

Fonte: FOLHA DE SÃO PAULO²¹¹; NOGUERÓL, L. P.; et al.²¹².

31. A resposta agora apresentada faz parte do texto sugerido pelos professores Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga (ÁLVARES, B. A.; DA LUZ, A. M. R., 1975, p. 38):

"Sob o ponto de vista físico, um ser como aquele imaginado por Swift não poderia existir. [...] o volume (V) de um objeto qualquer é proporcional ao cubo de suas dimensões lineares (L³), e os pesos dos objetos (P) são proporcionais aos seus volumes (se forem feitos de um mesmo material), isto é

$$P \propto V \quad e \quad V \propto L^3, \quad \text{logo,} \quad P \propto L^3.$$

Então, um ser de dimensões lineares 12 vezes maiores do que as de um homem normal, terá peso 12³ (1.728) vezes maior. Mas, como para a área temos A e L², teremos a área das secções das pernas e braços deste gigante apenas 12² (144) vezes maior e, portanto, a resistência dos ossos de seu esqueleto é apenas 144 vezes maior do que a de um homem normal. Observe, então, a grande desproporção entre o aumento no peso (1.728 vezes) e o aumento na resistência (144 vezes). Assim, o gigante não poderia apresentar o mesmo comportamento de

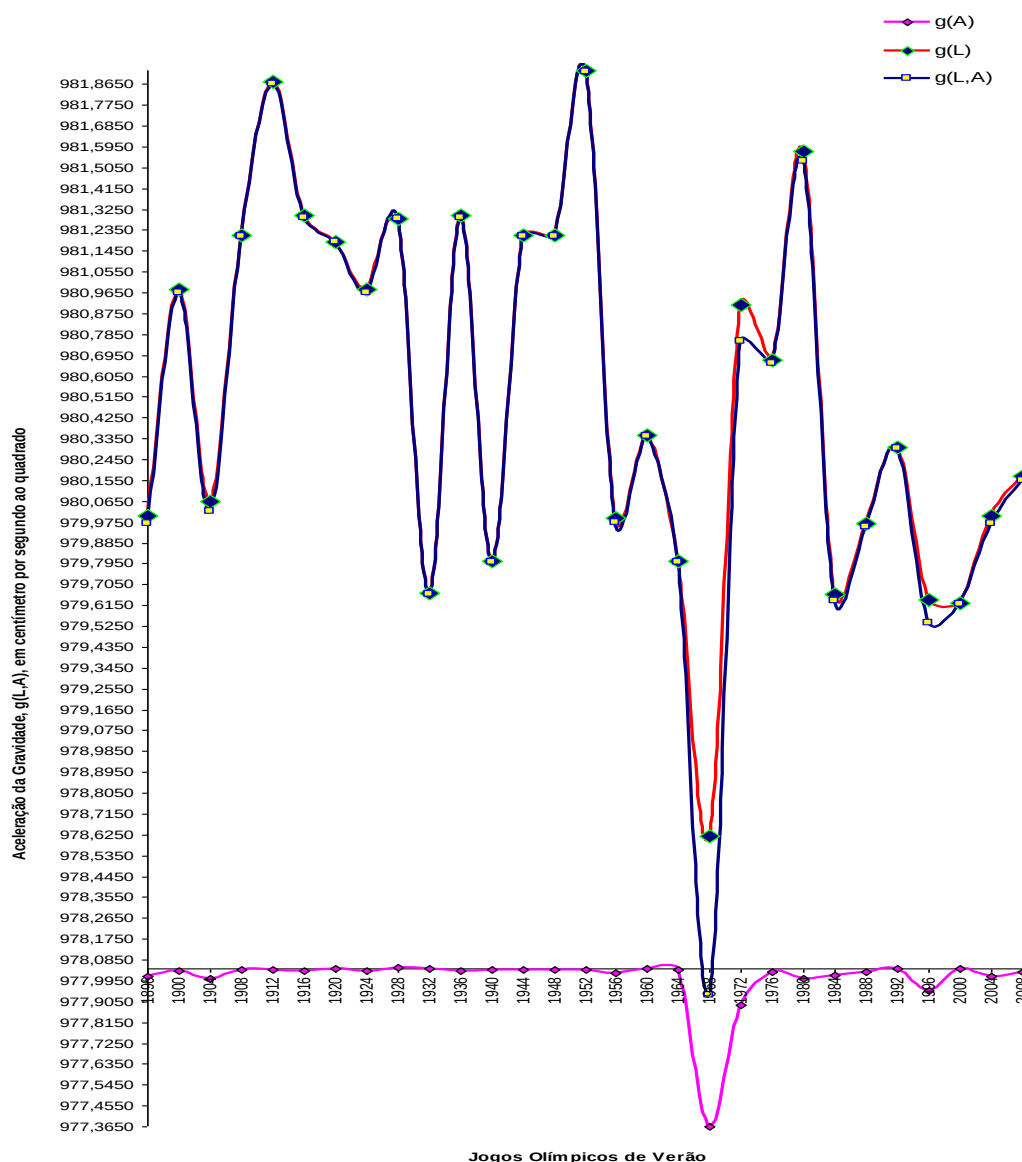
²¹¹ FOLHA ONLINE. Disponível em: < <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u103096.shtml> >. Acesso em: 17 set. 2009.

²¹² SEIS CENTÍMETROS: UMA ANÁLISE ANTROPOMÉTRICA DA POF 2002-2003. Disponível em: < <http://www.anpec.org.br/encontro2005/artigos/A05A159.pdf> >. Acesso em: 17 set. 2009.

um homem normal, como imaginou Swift, pois o seu próprio peso já seria suficiente para derrubá-lo. Ele mal poderá estar de pé ou, talvez, nem fosse capaz de se levantar de uma queda. Assim, o monstro imaginado por Kadka é fisicamente mais real, pois fazendo o mesmo raciocínio para a ampliação de um inseto, chegaríamos à conclusão de que um inseto gigante terá, em relação ao inseto normal, as mesmas características que tem o homem gigante em relação ao homem normal, isto é, seria um ser com grande dificuldade de se locomover, como supôs Kafka.”

32. Na resposta anterior (questão 31) falou-se de um aumento linear igual a 12 vezes ficando clara, pelas justificativas dadas, a impossibilidade da pretensão. Já, na questão 30, o aumento sugerido seria de 1.108 vezes, portanto, cerca de 92 vezes mais que a anterior. Sendo assim, fica claro que o exercício indicado visa apenas ilustrar, o quão grande é a diferença de altitude entre as Sedes Olímpicas de Amsterdam e Cidade do México.
33. A avaliação que agora se pretende, fica mais bem esclarecida por meio do gráfico mostrado a seguir (referente à questão 44). Nele, a curva $g(L, A)$ torna possível perceber o quanto é influente a latitude, L , local, haja vista a quase total coincidência desta curva com a curva devido à $g(L)$. Ambas se destacam comparativamente a $g(A)$. Para enfatizar, segue parte do texto da dissertação.

“Segundo TUBINO (1980, p. 428), os problemas da altitude carecem dos procedimentos adotados eficazmente pela metodologia científica do treinamento desportivo, aceitos internacionalmente. Necessário seria, no entanto, se os efeitos manifestados pela latitude, deveras relevante se comparados àqueles provocados pela altitude nas proximidades da superfície terrestre, não fossem ignorados.”



QUESTÕES I. 5

34. Pelos cálculos que se seguem para $g(A)$, tem-se:

$$Variação_{porcentual} = \frac{(g_{Helsinki} - g_{Cidade do México})}{g_{Helsinki}} \times 100\% = \frac{(978,041902 - 977,365076)}{978,041902} \times 100\%$$

$$Variação_{porcentual} = 0,069202147\% \cong 0,07\%$$

Portanto, o percentual atinge-se de 0,0692% ($\approx 0,07\%$).

35. Pela equação dada, tem-se que: $\xi = \frac{\Delta g(L)_{\%(Helsinki)}}{\Delta g(A)_{\%(Cidade do México)}} = \frac{0,336620697}{0,069202147} \cong 4,8643100$

Influência esta cerca de 5 vezes menor que aquela imposta à gravidade pelas latitudes locais (de $\approx 0,34\%$, questão 17).

36. Utilizando-se as mesmas expressões das questões 34 e 35, conclui-se:

Cálculo da variação de $g(L)$:

$$Variação_{porcentual} = \frac{(g_{Amsterdã} - g_{Cidade do México})}{g_{Amsterdã}} \times 100\% = \frac{(981,285980 - 978,618519)}{981,285980} \times 100\%$$

Daí, para $g(L)$, tem-se: $Variação_{porcentual} = 0,271833497\% \cong 0,27\%$

Cálculo da variação de $g(A)$:

$$Variação_{porcentual} = \frac{(g_{Amsterdã} - g_{Cidade do México})}{g_{Amsterdã}} \times 100\% = \frac{(978,049617 - 977,365076)}{978,049617} \times 100\%$$

Daí, para $g(A)$, tem-se: $Variação_{porcentual} = 0,069990416\% \cong 0,07\%$

Assim, chega-se a um valor 4 vezes menor, aproximadamente.

$$\xi = \frac{\Delta g(L)_{\%(Amsterdã)}}{\Delta g(A)_{\%(Cidade do México)}} = \frac{0,271833497}{0,069990416} \cong 3,8838674$$

37. Fazendo $A = 0$ (metros) na equação a seguir, vem que:

$$g = g(A) = \left(\frac{G \times M}{R^2} \right) - \left(2 \times \frac{G \times M}{R^3} \right) \times A$$

$$g = g(0) = \left(\frac{G \times M}{R^2} \right) - \left(2 \times \frac{G \times M}{R^3} \right) \times 0 = \left(\frac{G \times M}{R^2} \right) = \frac{6,670 \times 10^{-7} \text{ Ncm}^2 / \text{kg}^2 \times 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}}{(6,37 \times 10^8 \text{ cm})^2}$$

$$\text{Logo, } g = g(A) = g(0) \cong 9,83 \text{ m/s}^2 = 983 \text{ cm/s}^2$$

Como na questão 16, $g = g(L) = g(0) = 978,0490 \text{ cm/s}^2 \cong 9,78 \text{ m/s}^2$ ocorre ao nível do mar

e, utilizando a expressão $\Delta g = \frac{g(A) - g(L)}{g(A)} \times 100\%$, tem-se:

$$\Delta g = \frac{983 - 978}{983} \times 100\% \cong 0,509\% = 5,09 \times 10^{-1}\%$$

38. A comparação seguinte torna-se interessante à medida que corroboram as verificações anteriores, permitindo avaliar ainda melhor o quanto a latitude interfere na gravidade local mais do que a altitude, quando se está próximo a superfície terrestre.

Jogos	Datas	Cidades	Latitudes (grau)	$g(L)$ (cm/s ²)	Altitude (metro)	$g(A)$ (cm/s ²)	$\Delta\%$
IX	1928	Amsterdã	52,35 N	981,285980	-2	978,049617	0,329808272
XV	1952	Helsinque	60,00 N	981,923675	23	978,041902	0,39534363
XIX	1968	Cidade do México	19,42 N	978,618516	2.216	977,365076	0,128082574

Fonte: Gráficos das questões 21/22 e 34 a 36.

39. A resposta que se pretende, está exposta no “EXEMPLO 13.9.” sugerido por ALONSO (1972, p. 422) como se mostrar a seguir:

“[...] Chamemos de h a altura do corpo acima da superfície da Terra. Sua distância ao centro é $r = R + h$. A intensidade do campo gravitacional, de acordo com a [...] [equação $\mathbf{G} = -\frac{\gamma m r}{a^3} \mathbf{u}_r$], é

$$G = \frac{\gamma M}{(R + h)^2},$$

onde a massa m foi substituída pela massa da Terra, M . Considerando que h é pequeno comparado com R e usando a aproximação [...] $[(1+x)^n \approx 1+nx]$ e [...] $[M = gR^2 / \gamma]$, temos

$$G = \frac{\gamma M}{R^2(1+h/R)^2} = \left[\frac{\gamma \left(\frac{gR^2}{\gamma} \right)}{R^2(1+h/R)^2} \right] = g \left(1 + \frac{h}{R} \right)^{-2} \approx g \left(1 - \frac{2h}{R} \right).$$

Introduzindo os valores para g e R , resulta

$$G = 9,81 - 3,06 \times 10^{-6} h \text{ m.s}^{-2}.$$

Essa expressão dá, aproximadamente, a variação na aceleração da gravidade e no peso de um corpo, quando nos deslocamos por uma pequena distância h ‘acima’ da superfície da Terra.

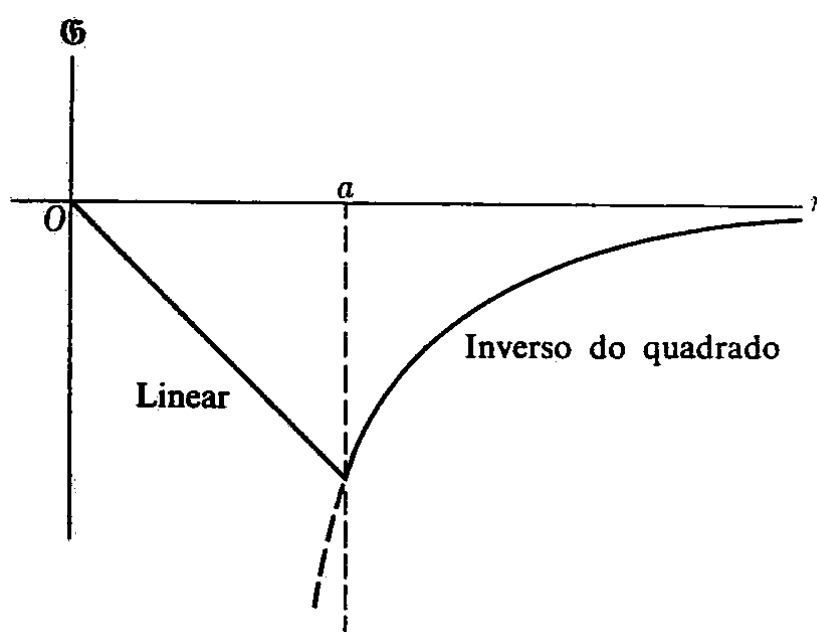
Por outro lado, se nos deslocássemos para o interior da Terra, por uma distância h , teríamos $r = R - h$. Usando a [...] [equação $\mathbf{G} = -\frac{\gamma m r}{a^3} \mathbf{u}_r$], com m substituído por M , e a por R , obtemos

$$G = \frac{\gamma M(R-h)}{R^3} = \frac{\gamma M}{R^2} \left(1 - \frac{h}{R}\right) = \left[\frac{\gamma \left(\frac{gR^2}{\gamma}\right)}{R^2} \left(1 - \frac{h}{R}\right) \right] = g \left(1 - \frac{h}{R}\right),$$

ou, introduzindo os valores apropriados,

$$G = 9,81 - 1,53 \times 10^{-6} h \text{ m.s}^{-2}.$$

Então, em ambos os casos, a gravidade decresce, mas ela decresce mais rapidamente para pontos acima da superfície do que para pontos abaixo. [...] [A Figura abaixo mostra a variação] [...] de G , para uma esfera sólida homogênea, como função da distância do centro”.



QUESTÕES I. 6

40. Mantida todas as condições vigentes à época dos referidos Jogos, a exceção da aceleração da gravidade, pode-se dizer que:

$$\frac{\text{Resultado}_{\text{Hel sin que}}}{\text{Resultado}_{\text{Ciudad de México}}} = \frac{\text{Gravidade}_{\text{Hel sin que}}}{\text{Gravidade}_{\text{Ciudad de México}}}$$

ou, resolvendo a proporção de forma inversa ao substituir os valores correspondentes, vem:

$$\frac{16,22 \text{ metros}}{\text{Resultado}_{\text{Ciudad de México}}} = \frac{981,9168 \text{ cm/s}^2}{977,9346 \text{ cm/s}^2}$$

$$\therefore \text{Re sultado}_{\text{Cidade do México}} = \frac{(16,22 \text{ metros}) \times (981,9168 \text{ cm} / \text{s}^2)}{977,9346 \text{ cm} / \text{s}^2} \cong 12,29 \text{ metros} = 12 \text{ m } 29 \text{ cm}$$

41. O resultado de 16 metros e 29 centímetros garantiria ao atleta medalhista, Adhemar Ferreira da Silva, uma performance cerca de 0,43% melhor que a obtida em Helsinque, como se demonstra a seguir:

$$\Delta \text{Re sultado} = \left(\frac{16,29 - 16,22}{16,29} \right) \times 100\% \cong 0,4297\%$$

42. Com base na mesma expressão da questão anterior, o resultado fica assim:

$$\frac{\text{Re sultado}_{\text{Helsinque}}}{\text{Re sultado}_{\text{Cidade do México}}} = \frac{\text{Gravidade}_{\text{Helsinque}}}{\text{Gravidade}_{\text{Cidade do México}}}$$

$$\frac{1,98 \text{ metros}}{\text{Re sultado}_{\text{Cidade do México}}} = \frac{981,9168 \text{ cm} / \text{s}^2}{977,9346 \text{ cm} / \text{s}^2}$$

$$\therefore \text{Re sultado}_{\text{Cidade do México}} = \frac{(1,98 \text{ metros}) \times (981,9168 \text{ cm} / \text{s}^2)}{977,9346 \text{ cm} / \text{s}^2} \cong 1,99 \text{ metros} = 1 \text{ m } 99 \text{ cm}$$

43. Do resultado da questão anterior, desde que, como preestabelecido anteriormente, mantivessem-se inalteradas as circunstâncias a vigor, chega-se a:

$$\Delta \text{Re sultado} = \left(\frac{1,99 - 1,98}{1,99} \right) \times 100\% \cong 0,503\%$$

Portanto, o resultado seria acrescido em 0,50%, passando José Telles da Conceição à marca de 1 metro e 99 centímetros.

44. A curva intermediária presente no gráfico desta questão, obtida por meio da união das expressões identificadas nas questões 15 e 37,

Equação da questão 15:

$$g = g(L) = 978,0490 + 5,1723 \times \text{sen}^2(L) - 0,0058 \times \text{sen}^2(2 \times L)$$

Equação da questão 37:

$$g = g(A) = \left(\frac{G \times M}{R^2} \right) - \left(2 \times \frac{G \times M}{R^3} \right) \times A$$

pode ser expressa como a seguir:

$$g = g(L, A) = 978,0490 + 5,1723 \times \sin^2(L) - 0,0058 \times \sin^2(2 \times L) - \left(\frac{2 \times G \times M}{R^3} \right) \times A$$

Sua validade reforça-se na semelhança, pois, segundo TIMONER (1973, p. 116),

“a aceleração devido à gravidade, em várias latitudes e altitudes acima do nível do mar, poderá ser obtida [...] através do uso da equação aproximada $g = 978,04 + 5,17 \times \sin^2 \beta - 0,000092 \times A$ (cm/s²), onde β é a latitude em graus, e A é a altitude acima do nível do mar (em centímetros)”.

QUESTÕES I. 7

45. A respeito do peso, *P* (em módulo), afirma BRAUNWEILER (s/d, p. 52), falando sobre força num “diálogo entre dois irmãos”, que:

*“— Decerto! Já lhe disse que ela existe sempre onde haja dois corpos, só que a sua verificação prática não é possível em todos os casos. Um exemplo de força atrativa que se reveste da maior importância para nós homens, sendo mesmo tão importante quanto a força atrativa entre o Sol e a Terra, é a atração existente entre a Terra e todos os objetos, pequenos ou grandes, que nela se encontram. Há força atrativa entre a Terra e uma maçã, [...] a maçã, devido ao seu reduzido tamanho, ‘cai’ em direção à terra, ao passo que esta absolutamente não chega a mover-se. Esta ‘atração terrestre’ age sobre todos os objetos que você vê. São eles atraídos para o centro da Terra e também costumamos chamar a essa força de **peso dos corpos**. Se dizemos que um pedaço de ferro pesa 1 kg [kgf] queremos significar com isso que a Terra e o referido pedaço de ferro se atraem mutuamente com a ‘força de 1 kg [kgf]’. Se largarmos o pedaço de ferro, ele projetar-se-á sobre a Terra.”* (Grifo nosso).

$$P = \text{massa} \times \text{aceleração da gravidade} = mg$$

46. Sobre massa específica (densidade absoluta) ou massa volumétrica, enfatiza LANDAU (1963, p. 17):

“Quando dizem: é pesado como chumbo ou é leve como uma pluma, o que se leva em conta? É claro, uma onça [28,35 gramas]²¹³ de chumbo é leve e, por sua vez, uma montanha de penas tem uma massa apreciável. Aqueles que fazem tais comparações não levam em conta a massa, mas a massa específica da substância que compõe o corpo. O que se chama de massa específica de um corpo é, na verdade, a massa de uma unidade de volume desse corpo. Naturalmente, a massa específica do chumbo é a mesma em uma pequena porção imersa em um bloco. Geralmente, para indicar a massa específica, anotamos os gramas (g) que pesa um centímetro cúbico (cm³) do corpo e, após o número, a notação g/cm³. Portanto,

²¹³ Relação entre as unidades onça e grama. (Távora, F. J. P.; *Unidades de Medida*. São Bernardo do Campo, SP, I. Rossi, 1975, p. 74).

para se determinar a massa específica $[\rho]$ deve-se dividir o número de gramas, pelo número de centímetros cúbicos [...].” (Tradução nossa).

$$\rho = \frac{\text{Massa}}{\text{Volume}} = \frac{m}{V}$$

47. “[...] O peso específico [ou peso volumétrico] é definido como o peso por unidade de volume. Portanto, o peso específico $[\gamma]$ de um dado material depende do valor do campo gravitacional, sendo definido por ρg .” (SCHIOZER, 1996, p. 8).

$$\gamma = \frac{\text{Peso}}{\text{Volume}} = \frac{mg}{V} = \rho g$$

48. BLACKWOOD et al. (1971, p. 75), afirma:

“[...] Quando dizemos que o mercúrio é mais pesado que a água, ou melhor, mais denso que a água, nós queremos dizer que um certo volume de mercúrio é mais pesado que um ‘igual’ volume de água. ‘Densidade [ou densidade relativa] é o número de vezes que uma substância é mais pesada que igual volume de água’. Para determinar a densidade $[d_R]$ de um corpo, divide seu peso pelo peso de igual volume de água.”.

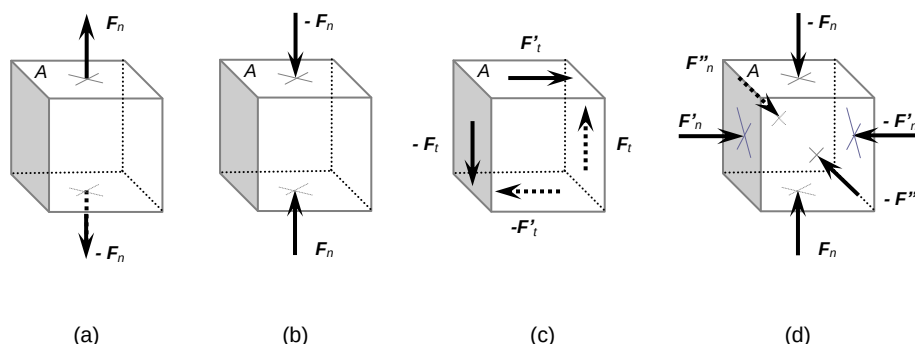
Quando $V = V_{\text{padrão}}$, tem-se:

$$d_R = \frac{\rho}{\rho_{\text{padrão}}} = \frac{m}{m_{\text{padrão}}} \Rightarrow d_R = \frac{m \times g}{m_{\text{padrão}} \times g} = \frac{P}{P_{\text{padrão}}}$$

$$d_R = \frac{\text{Massa específica}}{\text{Massa específica padrão}} = \frac{\rho}{\rho_{\text{padrão}}}$$

49. Como esclarece KELLER et al. (1997, p. 403),

“[...] [a] tensão se define como a força por unidade de área sobre uma superfície [ou seja, $\text{Tensão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}} \Rightarrow T = \frac{F}{A}$ (grandeza vetorial)]. [...] Se a força é normal à superfície [(a saber, $\mathbf{F} = \mathbf{F}_n$, Figuras (a) e (b))], a tensão é de [...] [tração] ou compressão [respectivamente]. [...] Se a força é [...] [tangencial] à superfície [(onde, $\mathbf{F} = \mathbf{F}_t$, Figura (c))], a tensão é de cisalhamento. [...] Se a mesma força é aplicada segundo a normal a todas as superfícies [(com, $\mathbf{F} = \mathbf{F}_n$, Figura (d))], é chamada pressão [sendo exercida por fluidos (líquidos ou gases), $\text{Pressão} = \frac{\text{Força}_{\perp}}{\text{Área}} \Rightarrow P = \frac{F_{\perp}}{A}$ (uma grandeza escalar)].”.



50. De acordo com CICARDO (1978, p. 96),

“A camada de ar ao redor da superfície da Terra é chamada de atmosfera e exerce pressão sobre todos os corpos, mantendo um intercâmbio contínuo de gás com os organismos. Temos visto que sua composição envolve 77 por cento de nitrogênio (azoto), 21 por cento de oxigênio, 1 por cento de argônio e outros dióxido de carbono, hidrogênio e gases raros. [...] Numerosas experiências podem mostrar a existência da pressão atmosférica, exercida igualmente em todas as direções.” (Tradução nossa).

Acrescenta HENEINE (1984, p. 33) que,

*“[...] Esses gases não se perdem no espaço devido ao Campo G [Campo Gravitacional], que atrai as moléculas desses gases para o centro da Terra. [...] A atração da gravidade faz com que as moléculas exerçam uma força sobre a superfície da Terra: o efeito é de Pressão (Força sobre Área). [...] Sendo um fluido, a pressão depende da altura do gás sobre a área. Ao nível do mar é maior que nas montanhas, etc. No fundo do mar, somam-se as pressões atmosférica e líquida, havendo pressões de muitas toneladas de força. [...] Os objetos e seres sobre a face da Terra estão sob essa pressão, e a ela adaptados, e seus efeitos sobre os Sistemas Biológicos **nunca** podem ser desprezados. [...] A Pressão Atmosférica é comumente chamada de Pressão **barométrica**, porque é determinada com barômetros (baros = pressão).”*

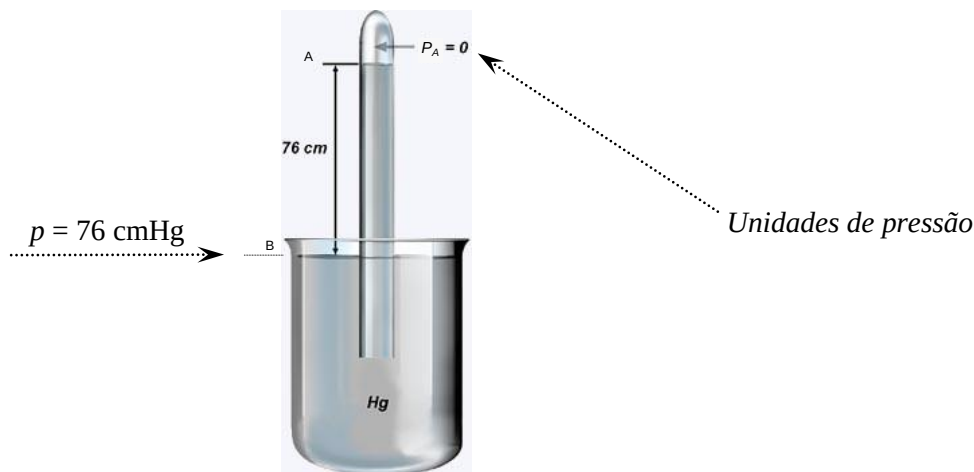
51. A figura²¹⁴ a seguir, mostra um barômetro de mercúrio rudimentar semelhante ao de Evangelista Torricelli (1608-1647). Segundo HEWITT (2002, p. 250),

*“[...] [os] instrumentos usados para medir a pressão atmosférica [p_{atm}] são chamados de **barômetros**. [...] Um tubo de vidro, mais comprido do que 76 centímetros e fechado em uma das extremidades, é preenchido com mercúrio e virado para baixo, de modo que a extremidade livre fique mergulhada num [...] [recipiente] com mercúrio. O mercúrio dentro do tubo desce até que seu nível alcance 76 centímetros acima do nível do mercúrio no [...] [recipiente]. O volume interno acima do nível de mercúrio no tubo é praticamente uma região de vácuo, a não ser por um pouco de vapor de mercúrio evaporado. A altura da coluna de mercúrio mantém-se constante mesmo quando o tubo é inclinado, a menos que a extremidade superior e vedada do tubo esteja a menos do que 76 centímetros*

²¹⁴ Figura, em parte, compilada de material do CEPA – Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada. Disponível em: < http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/mecanica/basico/cap30/cap30_09.htm >. Acesso em: 18 set. 2009.

acima do nível no [...] [recipiente] — neste caso, o mercúrio enche completamente o tubo.”

$$p_B = p_A + \rho gh \Rightarrow p_B = \rho gh = p_{atm}$$



52. Sobre temperatura, diz VAN WYLEN (1976, p. 25):

“Ainda que a temperatura seja uma propriedade bastante familiar, é difícil encontrar-se uma definição exata para ela. Estamos acostumados à noção de ‘temperatura’ antes de mais nada pela sensação de calor ou frio quando tocamos um objeto. Além disso aprendemos logo, pela experiência, que ao colocarmos um corpo quente em contato com um corpo frio, o corpo quente se resfria e o corpo frio se aquece. Se esses corpos permanecerem em contato por algum tempo, eles parecerão ter o mesmo grau de aquecimento ou resfriamento. Entretanto reconhecemos também que a nossa sensação não é bastante segura. Algumas vezes os corpos frios podem parecer quentes e os corpos de materiais diferentes, que estão na mesma temperatura, parecem estar a temperaturas diferentes.”

No entanto, “[...] a ‘temperatura’ T ” de um sistema de muitas partículas pode ser definida, como sugere ALONSO (1972, pp. 254-255),

“[...] como uma quantidade relacionada à energia cinética média das partículas no referencial do CM [(Centro de Massa). [Assim, a] [...] energia cinética média de uma partícula é

$$E_{k,med} = \frac{1}{N} \left(\sum_i \frac{1}{2} m_i v_i^2 \right),$$

onde N é o número total de partícula e v_i é a velocidade da partícula no referencial do CM.”.

53. De acordo com FERREIRA (s.d.),

“[...] [as] características atmosféricas de um determinado local são influenciadas pelas condições reinantes no lugar resultantes da combinação de algumas grandezas físicas denominadas elementos climáticos. Tais condições são chamadas de tempo meteorológico, popularmente chamado de ‘condições do tempo’. O clima seria a síntese.”

Analogamente, *“[...] [os] elementos que caracterizam o clima de uma região são: temperatura, precipitação, umidade, pressão atmosférica, nebulosidade, vento, entre outros, sendo a temperatura e a precipitação os mais importantes.”*, afirma WEYKAMP (s.d.).

54. De maneira idêntica, expõe FERREIRA (s.d.),

“[...] [enquanto] os elementos climáticos variam no tempo e no espaço, os fatores climáticos podem ser estáticos e dinâmicos, externos e internos, e modificam os elementos do clima. Fatores como a circulação atmosférica global normalmente sobrepõe-se a fatores locais como (altitude, proximidade do mar, cadeias de montanhas, exposição aos ventos dominantes, natureza e revestimento do solo etc.) os quais são mais importantes em sub-regiões climáticas diferenciadas.”

De outro modo,

“Os fatores climáticos são os elementos naturais e humanos capazes de influenciar as características ou a dinâmica de um ou mais tipos de climas. Para que sejam compreendidos, precisam ser estudados de forma interdisciplinar pois um interfere no outro. São eles:

- Pressão atmosférica - variações históricas das amplitudes de pressões endógenas (magma) e exógenas (crosta) do planeta Terra;
- Órbita - mudanças cronológicas (geológicas e astrofísicas) nas posições das órbitas terrestres (em graus, minutos, segundos, décimos, centésimos e milésimos de segundos) ocasionam maiores ou menores graus de insolação que modificam as variadas ações calorimétricas (ora incidentes ou deferentes) no planeta Terra (dificilmente perceptíveis aos humanos);
- Latitude - distância em graus entre um local até a linha do equador;
- Altitude - a distância em metros entre uma cidade localizada em um determinado ponto do relevo até o nível do mar (universalmente considerado como o ponto ou nível médio em comum para medidas de altitudes);
- Maritimidade - corresponde à proximidade de um local com o mar;
- Continentalidade - corresponde à distância de um local em relação ao mar, permitindo ser mais influenciado pelas condições climáticas provenientes do próprio continente;
- Massa de ar - parte da atmosfera que apresenta as mesmas características físicas (temperatura, pressão, umidade e direção), derivadas do tempo em que ficou sobre uma determinada área da superfície terrestre (líquida ou sólida);
- Correntes marítimas - grande massa de água que apresenta as mesmas características físicas (temperatura, salinidade, cor, direção, densidade) e pode acumular uma grande quantidade de calor e, assim, influenciar as massas de ar [...] [as quais] se sobrepõem;

- Relevo - presença e interferências de montanhas e depressões nos movimentos das massas de ar;
- Vegetação - emite determinadas quantias de vapor de água, influenciando o ciclo hidrológico de uma região.
- A presença de megalópoles ou de extensas áreas rurais, as quais modificaram muito a paisagem natural, como por exemplo a Grande São Paulo, a Grande Rio de Janeiro, Tokkaido [constituída por sete metrópoles, no Japão], a megalópoles renana [formada por vinte cidades e metrópoles, na Alemanha] e Bos-wash [formada por cinco metrópoles nos Estados Unidos, a maior megalópoles dentre todas], influenciando o clima local.²¹⁵ (Grifo nosso).

55. Em extensão ao que se disse na questão 6, sobre a umidade (ou umidade atmosférica) ainda é possível afirmar que:

“[...] [em] diferentes latitudes, pode-se experimentar uma sensação de mais ou menos frio a uma mesma temperatura. Essa variação é provocada pela umidade do ar, em função da qual as moléculas de vapor d’água, mais leves que as de oxigênio e nitrogênio eu compõem a maior parte do ar atmosférico, passam através da roupa e absorvem o calor corporal de maneira proporcional a sua concentração. Umidade é o conteúdo de vapor d’água que impregna os corpos e que, em concentração variável segundo o lugar, a proximidade do mar, a estação do ano e as condições meteorológicas gerais, se encontra presente na troposfera (zona inferior da atmosfera). Característica mas variável da atmosfera, a umidade é um dos principais fatores de influência sobre o clima, pois regula a temperatura do ar e determina a formação de tempestades e precipitações em geral. [...] [Quando a] umidade relativa do ar, medida em porcentagem, corresponde à relação entre a massa de vapor d’água contida num metro cúbico de ar e a massa que existiria se o ar estivesse saturado à mesma temperatura. [...] A umidade relativa, de maior importância na climatologia do que a umidade absoluta, aumenta com a redução da temperatura.” (Nova Enciclopédia Barsa, 1999, pp. 234-235)²¹⁶.

56. Como se pode perceber, há uma variação decrescente quase linear da massa específica, cujo valor de $1,00 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ ao nível de referência, reduz-se um bilhão (10^9) de vezes ao atingir 150 km de altitude, caindo para cerca de $1,00 \times 10^{-12} \text{ g/cm}^3$.
57. Já para a temperatura, inicialmente em cerca de 286 K (13 °C), há ocorrência de uma redução seguida de um aumento que volta a reduzir-se e a partir de seu ponto mínimo, em torno de 143 K (- 130 °C), sofre novo aumento, acentuado até o clímax em 743 K (470 °C), aproximadamente, cuja variação máxima aproximada, ao longo da extensão observada, gira em torno dos 600 K (600 °C).
58. Quanto ao conceito de temperatura absoluta, pode-se dizer que:

²¹⁵ CLIMA. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Clima#Fatores_clim.C3.A1ticos >. Acesso em 2 mai. 2008..

²¹⁶ Nova Enciclopédia Barsa, v. 14. São Paulo, Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações, 1999.

“Na mesma época em que Kelvin [(1824-1907)] introduziu o conceito de temperatura absoluta, Maxwell [(1831-1879)] e Boltzmann [(1844-1906)] desenvolveram uma teoria para descrever a forma como as moléculas se movem – a dinâmica molecular ou teoria cinética dos gases para sistemas sem interações. [...] A energia associada a este movimento é a energia cinética molecular. Uma abordagem às propriedades dos gases ideais baseada nesta dinâmica conduziu a uma interpretação microscópica do conceito de temperatura. [...] A temperatura absoluta é, portanto, uma medida da agitação térmica dos átomos e moléculas, ou da sua energia cinética média. No zero absoluto ($T = 0\text{ K}$) o movimento térmico cessa e os átomos estão no estado de energia mais baixa. A temperaturas finitas, os átomos estão distribuídos por todos os estados acessíveis, com uma probabilidade que decresce exponencialmente com a energia do estado medida em termos da energia térmica, kT (distribuição de Maxwell-Boltzmann [1868]).”²¹⁷.

59. a. $C = K - 273 = 286 - 273 = 13 \therefore C = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$

b. $C = K - 273 = 143 - 273 = -130 \therefore C = -130\text{ }^{\circ}\text{C}$

c. $C = K - 273 = 743 - 273 = 470 \therefore C = 470\text{ }^{\circ}\text{C}$

d. Como as variações, Δ , das escalas Celsius e Kelvin são iguais, ou seja:

$$C - 0 = K - 273 \Rightarrow \Delta C = \Delta K \therefore \Delta 600\text{ K} = \Delta 600\text{ }^{\circ}\text{C}$$

60. Nesta região da Troposfera, observa-se uma redução na temperatura denominada “*gradiente térmico vertical*” em torno de $0,64\text{ }^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m de elevação.

61. Nebulosidade, precipitação e vento.

62. As temperaturas variam entre 15 e $17\text{ }^{\circ}\text{C}$.

63. Com exceção da Cidade do México (XIX Jogos) a $19,42^{\circ}\text{ N}$, por pertencer à Zona quente ou intertropical, todas as demais Sedes Olímpicas estão inseridas nas Zonas temperadas do Norte e do Sul.

Zonas temperadas do Norte	I, II, III, IV, V, VI (não ocorreu), VII, VIII, IX, X, XI, XII e XII (não ocorreram), XIV, XV, XVII, XVIII, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVIII e XXIX Jogos.
Zonas temperadas do Sul	XVI e XXVII Jogos

²¹⁷ Temperatura e energia térmica. Disponível em: < <http://cftc.cii.fc.ul.pt/PRISMA/capitulos/capitulo3/modulo1/topico4.php> >. Acesso em: 9 out. 2009.

64. São as chamadas isotermas²¹⁸.

65. De acordo com a *American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS)*²¹⁹:

“[...] As temperaturas baixas afetam as células corporais de forma previsível. A maior parte do conteúdo celular é formada por água; quando exposta ao frio excessivo, a célula se congela, não sendo mais capaz de funcionar. Os cristais de gelo resultantes podem destruí-la. As lesões locais produzidas pelo frio são manifestações das lesões produzidas nos vasos capilares e outros tecidos, na pele e tecidos mais profundos. [...] Ocorre principalmente em três grupos de pessoas:

- 1. Caçadores, excursionistas, esquiadores ou escaladores expostos a temperaturas extremas;*
- 2. Pessoas com roupas inadequadas expostas ao frio normal;*
- 3. Alcoólatras ou outros doentes cujas defesas normais ao frio estão insuficientes e que são expostas por períodos prolongados ao frio normal.”*

66. A hipotermia sistêmica é um *“[...] resfriamento generalizado grave do corpo”* e que, segundo ainda a AAOS²²⁰,

“Pode ocorrer em temperaturas bem maiores que a da congelação. É geralmente causada pela exposição a temperaturas baixas ou que caem rapidamente; a umidade fria, neve ou gelo. Os fatores contribuintes são a fome, a fadiga e o exercício. É frequentemente encontrada em [...] [vítimas] alcoólatras que caem em bancos de neve, e em excursionistas que são expostos a temperaturas próximas a 0 °C quando há vento e umidade. [...] O resfriamento generalizado do corpo manifesta-se em cinco fases:

- 1. Tremores, que são uma tentativa do corpo para gerar calor;*
- 2. Apatia, sonolência, desânimo e indiferença, que podem acompanhar o resfriamento rápido do organismo;*
- 3. Inconsciência, com um olhar fixo congelado, uma frequência de pulso baixa e frequência respiratória baixa;*
- 4. Congelação das extremidades;*
- 5. Morte.*

67. Segundo BERGERON (2009, pp. 513-22),

“Um dos maiores desafios que enfrentam inúmeros jovens atletas está em tentar executar, com segurança e eficácia, exercícios no calor. Um desafio ainda maior a performance, com riscos de lesões pelo calor, ocorre quando um jovem atleta tem de competir várias vezes no mesmo dia, com apenas um curto período de descanso entre os intervalos das provas, durante um torneio em clima quente.” (Tradução nossa).

Para a AAOS, os riscos a exposição ao calor, podem ser descritos como segue:

²¹⁸ Sobre isotermas vide Weykamp, F. V.; *op. cit.*

²¹⁹ A.A.O.S. – American Academy of Orthopaedic Surgeons vide *Socorros Médicos de Emergência*, 2 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1977, p. 247.

²²⁰ *Ibid.*, p. 249.

“Os atletas [...] são suscetíveis a doenças provocadas pela exposição ao calor, sobretudo nas áreas mais quentes do mundo, e em todas as áreas durante períodos quentes do ano. [...] As pessoas mais frequentemente afetadas são aquelas que não se encontram em boas condições físicas e aquelas que não se condicionaram gradativamente ao maior calor. [...] Quando fazemos exercícios ou trabalhamos pesados, o calor é criado no organismo, que automaticamente reage para dissipar o excesso de calor através da sudorese. Quando a pessoa perspira, sal e água passam, através das glândulas sudoríparas, para a superfície cutânea. A água se evapora da superfície, e o processo de evaporação esfria o organismo. [...] Algumas síndromes específicas são resultantes da exposição ao calor. [...] Cãibras, [...] Intermiação, [...] [e] Insolação.” (AAOS, 1977, pp. 242-243).

68. Enquanto síndrome específica da exposição ao calor, sobre cãibra, diz a AAOS²²¹:

“Espasmos musculares dolorosos das extremidades superiores e inferiores, após exercícios intensos, são vistos ocasionalmente em pessoas que, de outra forma, estariam em condições muito boas. [...] tempo muito quente, ou [...] exposição prolongada ao sol, não [...] [são] sempre necessários para que ocorram cãibras. [...] trabalhadores industriais apresentam mais frequentemente este tipo de cãibra que [...] atletas. [...] Quando uma pessoa perspira excessivamente, tanto a água quanto o sal são perdidos, e suas reservas tornam-se depletadas. O indivíduo normalmente interpreta tal depleção como sede. Se satisfizer sua sede bebendo quantidades grandes de água sem sal, ele depleta seu corpo de sal. Como resultado desta anormalidade entre as concentrações de sal e água dentro do tecido, ocorre um espasmo muscular, involuntário e descontrolado, que causa a cãibra característica.”

69. Quanto à intermiação, argumenta a AAOS²²²:

“Frequentemente, a intermiação ocorre em uma pessoa saudável envolvida em um exercício físico intenso em um ambiente quente. Nestas condições, [...] [havendo] intermiação (prostração pelo calor ou colapso pelo calor)”, a massa muscular do organismo e o cérebro necessitam de maior fluxo sanguíneo. Do mesmo modo, é necessário um maior fluxo sanguíneo para a pele, de forma que o calor possa ser dissipado através do suor. A intermiação é uma manifestação do fato de o sistema vascular estar inadequado, naquele momento particular, para responder às demandas da pele, músculos e vísceras. [...] [A vítima] esta, basicamente, em um estado de choque leve. [...] Este estado é um dos mais comuns das doenças induzidas pelo calor.

70. Para ser acometido de insolação, diz a AAOS²²³:

“[...] não é necessário que [...] [a vítima] se exponha ao sol [...]. De todas as doenças sistêmicas resultantes da exposição ao calor, a insolação é a mais comum, porém a mais séria. É normal que uma pessoa exposta a um ambiente

²²¹ A.A.O.S.; loc. cit.

²²² A.A.O.S.; loc. cit.

²²³ A.A.O.S.; loc. cit.

particularmente quente, ou nele se exercitando ou trabalhando com afã, automaticamente ative os mecanismos do organismo para perda de calor. O calor é irradiado da pele através de um aumento na circulação cutânea e evaporação do suor. Algum calor é eliminado pelo ar expirado. [...] A insolação representa uma insuficiência dos mecanismos reguladores de calor do organismo. [...] As pessoas que apresentam insolação são as que pararam de suar. Assim, o principal mecanismo da perda de calor pelo organismo não mais funciona.”

71. No enunciado do Segundo Princípio da Termodinâmica, devido a Clausius (1822-1888), onde: “Não é possível a passagem espontânea de calor de um corpo frio para outro quente.”.
72. Transmissão de calor por Condução, por convecção e por irradiação.
73. Processo de transição da fase líquida para a fase gasosa e que pode ocorrer por evaporação, por ebulição e por calefação.
74. Vaporização que ocorre lentamente devido a participação das moléculas do líquido junto à superfície.
75. Esta Lei revela uma evaporação contínua cuja duração perdura até o líquido esvair-se completamente e, uma rapidez de evaporação diretamente proporcional à área, S , da superfície livre do líquido e ao fator de evaporação, $F - f$, dado pela diferença entre a pressão máxima de vapor, F , do líquido na temperatura experimentada e a pressão de vapor, f , do mesmo líquido no meio ambiente onde se verifica a observação. E mais, a rapidez dessa evaporação mencionada também se mostra inversamente proporcional à pressão atmosférica, H , do local. Na equação a seguir, onde C aparece como constante de proporcionalidade própria de cada líquido, a expressão apresenta v , velocidade (rapidez) de evaporação, como a razão da massa, m , evaporada no tempo, t , considerado.

$$v = \frac{m}{t} = C \times \left[\frac{S \times (F - f)}{H} \right]$$

76. Em locais com vento (ou corpos molhados em movimento), onde permanentemente se dá a troca da camada gasosa, sobre o líquido em questão, por outra com menor quantidade de vapor, o fator de evaporação, $F - f$ (equação anterior, questão 75), aumenta fazendo com que a evaporação aconteça com maior rapidez. Maior rapidez da evaporação também se dá quando, em havendo agitação, há aumento da superfície do líquido. Contudo, no caso em que $F = f$ pela saturação (passivo de ocorrer em locais confinados),

deixa de haver evaporação. Singular também é o caso dos líquidos voláteis e não voláteis que se caracterizam por possuírem grandes e pequenos valores de C, respectivamente.

77. Segundo a reportagem divulgada neste *site*²²⁴, existem recomendações específicas do Comitê em Medicina do Esporte e Condicionamento da Academia Americana de Pediatria²²⁵, quanto ao grau de estresse térmico. Tais recomendações expressam-se pelo IBUTG - Índice de Bulbo Úmido – Temperatura de Globo (ou WBGT, do inglês *Wet Bulb-Globe Temperature*) que relaciona as medidas de temperatura do ar (Tdb), umidade (Twb) e radiação solar (Tg), contidas na expressão $WBGT = 0,7 \times Twb + 0,2 \times Tg + 0,1 \times Tdb$. Em que, como descreve VIMIEIRO-GOMES & RODRIGUES (2001),

“O IBUTG define os limites de tolerância humana para o estresse térmico ambiental (McCann & Adams, 1997; Silami-Garcia & Rodrigues, 1998), pois leva em consideração vários fatores ambientais como a temperatura de bulbo seco, a temperatura de bulbo úmido e a radiação do ambiente pelo termômetro de globo. O IBUTG pode orientar a prevenção das complicações ocasionadas pelo estresse térmico (Powers & Howley, 2000).”

QUESTÕES I. 9

78. Santos, Mello & Tufik (2004 *apud* ALMONDES, 2006), comentam que:

“[...] atletas que atravessam vários fusos horários para competições podem apresentar distúrbios orgânicos proporcionados pelo conflito de novas pistas temporais do local de chegada em oposição com os horários endógenos de expressão de seus ritmos em sincronização com suas pistas do local de origem. Isso pode levar os organismos a algumas alterações que influenciarão negativamente a performance do atleta.”

Tais distúrbios estariam associados aos princípios cronobiológicos da ciência que trata dos ritmos (ciclos) e dos fenômenos físicos e bioquímicos periódicos verificados nos seres vivos²²⁶. De acordo com Trine & Morgan (1995 *apud* ALMONDES, 2006), *“[...] Dados da literatura têm demonstrado que existem variações fisiológicas em torno das 24 horas dos ritmos de temperatura corporal, frequência cardíaca, pressão arterial, cortisol, entre outros.”*

²²⁴ Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. Modificações Dietéticas, reposição Hídrica, Suplementos alimentares e Droga. Comprovação de ação Ergogênica e Potenciais Riscos para a Saúde, 2005. Disponível em: < <http://www.drashirleydecampos.com.br/noticias/17492> >. Acesso em 2 jul. 2008.

²²⁵ Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. Disponível em: < <http://www.rgnutri.com.br/sap/tr-cientificos/dsbme.php> >. Acesso em: 1 ago. 2008.

²²⁶ Cronobiologia. Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Cronobiologia> >. Acesso em: 11 ago. 2008.

No artigo intitulado *“cronobiologia para corredores”*²²⁷ o autor comenta que “[...] Os ritmos cronobiológicos influem tanto nos fatores fisiológicos quanto nas habilidades motoras. Os fatores fisiológicos afetados incluem: força, velocidade, energia e resistência.” E conclui, *“As habilidades motoras influenciadas incluem coordenação e tempo de reação [...]”*.

Ainda segundo ALMONDES (2006), *“O conhecimento dessas variações, tanto em condições de repouso quanto durante o exercício físico, bem como a adaptação a situações geográficas adversas [como no caso dos Jogos Olímpicos], se tornam muito importantes para os atletas e para o seu desempenho.”*

Winget, Deroshia & Holley (1985), afirma ALMONDES (2006), *“comentam que a atividade atlética que ocorre muitas horas antes ou depois do pico de curva circadiana de determinado parâmetro fisiológico (ex., a temperatura) estaria potencialmente menor para uma eficiência otimizada e melhor performance do atleta.”*

Para Trine & Morgan (1995) e Atkinson & Reilly (1996), *apud* ALMONDES (2006), *“Vários estudos têm sugerido que existe uma variação circadiana para o desempenho esportivo, com alguns horários respondendo melhor nos treinamentos [...]”*. E Almondes completar, *“[...] podendo essa variação estar associada diretamente ao aumento da temperatura corporal ao longo do dia, pois há um pico de temperatura às 18h.”*

Para a referida autora *“[...] alguns recordes olímpicos aconteceram durante o final da tarde [o que evidenciaria] uma relação com o aumento da temperatura [...]”*, sugere.

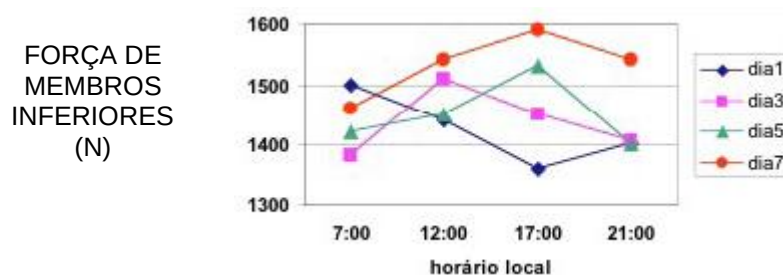
79. No Informativo Técnico-Científico²²⁸ de número 5, do Comitê Olímpico Brasileiro (COB)²²⁹, observa a Dra. Ana Amélia BENEDITO, da Universidade de São Paulo (USP), que:

²²⁷ **Cronologia para corredores**. Disponível em: < <http://www.copacabanarunners.net/tcrono.html> >. Acesso em: 11 ago. 2008.

²²⁸ Laboratório Olímpico (Informativo Técnico-Científico do Comitê Olímpico Brasileiro (COB), n. 5, jun/jul 2008. Disponível em: < http://www.cob.org.br/pesquisa_estudo/pdfs/laboratorio_olimpico_05.pdf >. Acesso em: 18 jun. 2008).

²²⁹ COB – Comitê Olímpico Brasileiro. Disponível em: < http://www.cob.org.br/sobre_cob/sobre_cob.asp >. Acesso em: 25 ago. 2008.

“[...] Em vôos que cruzam vários fusos horários [semelhante aos realizados pelos atletas brasileiros nos XXIX Jogos Olímpicos de Pequim de 2008], [...] com onze fusos horários a leste do fuso de Brasília, [...] o ciclo vigília-sono, ritmo biológico sensível às mudanças temporais do ambiente, sofre uma alteração de fase [...]. Estas alterações de fase geram no indivíduo um mal-estar, [...] [um] conjunto de sintomas que afetam pessoas após vôos que atravessam três [...] ou mais fusos horários [...] conhecido como jet-lag [...]. Entretanto, no caso do jet-lag os sintomas não desaparecem após uma noite de sono. Há em geral um mal-estar e uma sensação de ‘descompasso’ entre o horário do nosso corpo e o horário local. No caso de atletas, a prática do exercício físico fica mais difícil, até que o ‘descompasso’ desapareça [...]. Sabe-se [também] que o rendimento esportivo é fortemente dependente do sono – há uma perda de rendimento em torno de 10% após uma noite de sono de menos de três [...] horas, que pode facilmente ocorrer após uma mudança de fusos horários [...]. Wrigth et al. [diz a autora], mostraram prejuízos nos tempos de velocistas e de corredores de média distância que haviam realizado um vôo para o leste de mais de seis [...] fusos horários [...]. Resultados semelhantes foram encontrados na força das pernas em atletas que viajaram para oeste, com diferença de cinco [...] horas entre os horários locais: eles demoraram cinco dias para alcançar o pico de força máxima às cinco da tarde, que correspondia ao horário da competição (Figura abaixo).”



Mudanças de valores de força de membros inferiores em quatro horários, nos dias 1, 3, 5 e 7, após voar 5 fusos para oeste.

Ainda sobre os “Efeitos da Mudança de Fuso Horário no Desempenho Esportivo”, sugere BENEDITO (2008):

“[...] Para aliviar os inevitáveis prejuízos causados pela travessia de tantos fusos, sugerimos que os atletas sejam informados sobre os sintomas do jet-lag e que sejam orientados quanto aos horários mais adequados para dormir, treinar e se expor à luz brilhante, nos primeiros dias em Pequim.”

QUESTÕES I. 10

80. Tomando-se como base o modelo original (Cf. questão 51) devido ao físico e matemático italiano Evangelista Torricelli (1608-1647)²³⁰, apesar do barômetro de mercúrio, a princípio, não se propor a realizar diretamente a medição do peso da massa atmosférica superior, no estado de equilíbrio, o peso de sua coluna de mercúrio se iguala a força

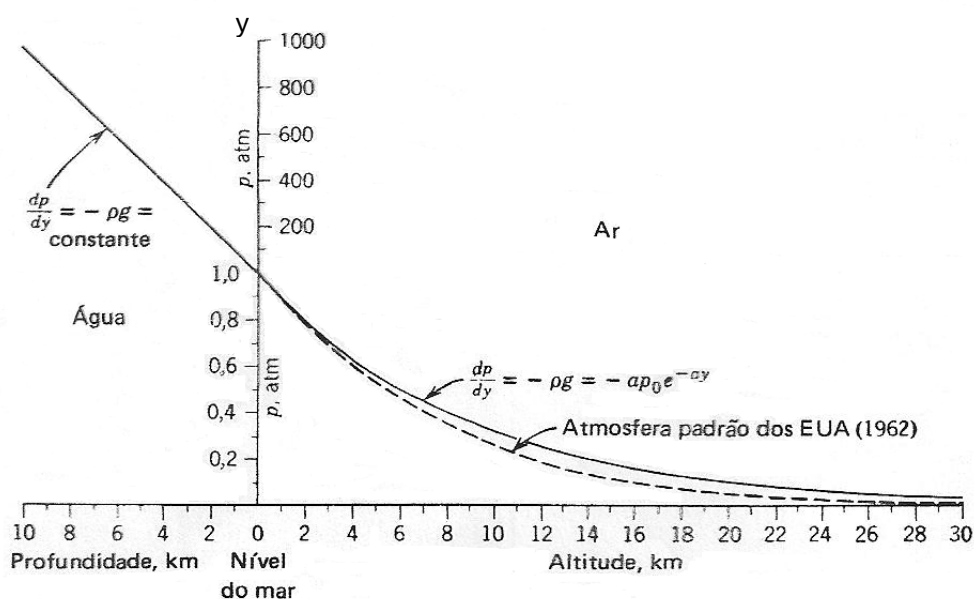
²³⁰ Evangelista Torricelli (1608-1647). Biografia. Disponível em: < <http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/EvanTorr.html> >. Acesso em: 12 ago. 2008.

exercida por aquela massa gasosa enquanto atua sobre a superfície livre do mercúrio contido no reservatório do aparelho. Sendo assim, considerou-se no texto, implicitamente, apenas a relação de proporcionalidade existente entre a altura da coluna de mercúrio do instrumento (próxima de 760 mm quando ao nível do mar) e o peso local da camada atmosférica.

81. Segundo MACEDO (1976, pp. 167/279-280),

“[...] dá a pressão atmosférica, p , numa altura $h [= y - y_0]$, admitindo-se a hipótese simplificadora de ser constante a temperatura ao longo duma coluna vertical [...]” e ainda permite “reduzir a pressão p , lida na altura h , à pressão p_0 , lida na altura zero (nível do mar) e, também, determinar a altura h mediante o conhecimento de p e de p_0 .”.

82. Por meio do gráfico apresentado deve-se observar, no entanto, que as escalas correspondentes ao eixo das coordenadas, y , são diferentes, sendo a parte inferior à curva para o ar, e a parte superior para a água; que a curva contínua, para o ar (como se de gases perfeitos fosse), foi determinada admitindo uma atmosfera isotérmica (o que implica num gradiente de temperatura nulo); uma massa específica proporcional à pressão do lugar; e, uma aceleração da gravidade independente da altitude, enquanto, para a curva tracejada (devido à atmosfera padrão dos Estados Unidos, em 1962), tais suposições inexistem.



Variação da pressão com a altitude, no ar, e com a profundidade, na água supondo uma pressão unitária ao nível do mar, exatamente.

Na expressão $p = p_o \times e^{-g \times \left(\frac{\rho_o}{p_o} \right) \times y}$ exibida no gráfico (onde, fazendo $\frac{\rho_o}{p_o} = \frac{M}{R \times T}$, volta-se à fórmula barométrica de Laplace), considerou-se $g = 9,80 \text{ m/s}^2$, $\rho_o = 1,20 \text{ kg/m}^3$ (a 20°C), $p_o = 1,01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ($= 9,87 \times 10^{-6} \text{ atm}$), $y_o = 0 \text{ m}$, e $a = g \times \left(\frac{\rho_o}{p_o} \right) = 0,116 \text{ km}^{-1}$. SISSOM (1979, p. 67) propõe um resultado para a pressão, expresso pela equação $p = p_o \times \left(\frac{T_o}{T_o + \lambda \times y} \right)^{\frac{g}{\lambda \times R}}$, onde T_o é medida absoluta de temperatura e R ($= 8,3143 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$) a constante dos gases perfeito, em que se considera uma taxa de queda ou taxa de transição, $\lambda \equiv \frac{dT}{dy}$, constante, do gradiente de temperatura para uma atmosfera iso-taxa-de-queda.

QUESTÕES I. 11

83. A esse respeito, Chapman & Levine (2003, *apud* GELLER, 2005, p. 53), afirma que:

“Existem evidências científicas de que o processo de aclimação a uma determinada altitude [entenda-se: “altitude”, como “localidade com baixa pressão atmosférica”] aumenta a capacidade de performance nessas condições, tanto pelo processo de aclimação à altitude [menor pressão atmosférica] quanto pelas adaptações com o treinamento em hipóxia, ou uma combinação dos dois.”.

Para GELLER (2005, p. 53),

“[...] competições em locais com média e elevada altitude [e, portanto, com baixa pressão atmosférica] é capaz de demonstrar, na prática, a dificuldade enfrentada por atletas para sustentarem os desempenhos obtidos ao nível do mar [onde a pressão atmosférica vale, por convenção, 1 atm]. [Enquanto] [...] em altitudes superiores a 1.500 m [onde de acordo com o gráfico da Figura I.13 a pressão atmosférica vale cerca de 0,83 atm] [...] [é] fato comprovado [...] que [...] a capacidade de realizar esforço físico começa a ser afetada de modo mais contundente e esse efeito pode ser constatado, em maior ou menor grau, mesmo em sujeitos aclimatados.”.

Como afirma ALMEIDA & DaCOSTA (2007, p. 39) “[...] o organismo humano tem condições de funcionamento limitadas a determinados valores da pressão atmosférica do meio externo. As variações desses valores [de pressões] são detectadas e o mecanismo homeostático é posto em funcionamento para a busca de equilíbrio do meio interno.”. Tal reação, que neste caso se dá para compensar “[...] a variação da pressão parcial do oxigênio do ar [ambiente]”, permite, segundo os autores, “aumentar a pressão parcial do

oxigênio do ar alveolar para que a absorção de gás pelas células não sofra solução de continuidade.”.

QUESTÕES I. 12

84. Em trabalhos que precedem a este, há quem sustente existir danos à saúde a “*qualquer altitude acima*” do nível do mar (Fox *et al.*, 1991, *apud* GELLER, 2005, p. 53). No entanto, argumenta o autor, “*é consenso entre os pesquisadores que efeitos mais significativos somente acontecem a partir de 1.500 m*” o que, a princípio, fixa uma “*referência mínima [...] [para] estudos que envolvem altitude [com meio ambiente rarefeito] e desempenho físico*” (Wilmore & Costill, 2001; Power & Howley, 2000; Fox *et al.*, 1991; *apud* GELLER, 2005, p. 53). Por isso, equívocos indesejáveis podem ser estabelecidos, conclui-se.

Para OLIVEIRA (2006, p. 77), em seu trabalho “*Nutrição para os praticantes de exercício em grandes altitudes*”,

*“Cefaléia, náusea e anorexia são sintomas provocados pela Doença Aguda das Montanhas [...]”. E diz mais: “[...] nos primeiros dias de permanência na altitude [por] [...] exposição aguda à hipóxia [(quando for o caso), ainda podem sobrevir] [...] sonolência, fadiga mental e muscular e prostração.”. Não obstante, no “[...] caso de atletas, a finalidade do treinamento na altitude é de preparação específica para uma competição, ou para submeter o organismo a um estresse fisiológico adicional em um determinado ponto do macrociclo de treinamento” (Townsend, Gore, Hahn, McKenna, Aughey, Clark *et al.*, 2002; *apud* OLIVEIRA, 2006, p. 78).*

85. Fora o fato de logo após o feito, nem mesmo o próprio Bob Beamon acreditar na marca alcançada²³¹, as curvas mostram um resultado à parte. Ele, Bob Beamon, por todas as condições presentes — mais sua performance excepcional, naquela ocasião — superou a todos batendo o recorde olímpico e mundial (ponto!). As condições eram especiais? Possivelmente! Pois, a Cidade do México possui uma latitude baixa (19° 25’ 12” N ≈ 19,42° N); uma grande altitude (2.216 m acima do nível do mar); a menor aceleração gravitacional de todos as vinte e nove Sedes dos Jogos Olímpicos da Era Moderna (977,9346 m/s²); somente dois fusos horários separam a capital Washington, DC (fuso - 4), origem do atleta americano, da Cidade do México (fuso -6), local da competição; encontra-se numa Zona climática quente, contudo, privilegia-se pela altitude e pela contribuição do “*gradiente térmico vertical*” (≈ - 14,2 °C), desfrutando de um “*clima variado pelos diversos microclimas que possui*” (temperatura anual entre 12-18 °C)²³²;

²³¹ Vídeo sobre o salto de Bob Beamon nos XIX Jogos Olímpicos da Cidade do México em 1968. Disponível em: < <http://www.youtube.com/watch?v=Flqk75Jn9ZQ> >. Acesso em: 4 set. 2008.

²³² Clima. Cidade do México. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Cidade_do_M%C3%A9xico#Clima >. Acesso em: 4 set. 2008.

portanto, o salto recorde, reflete o saldo vantajoso entre as influências negativas (se ouvera) e as influências positivas (estas citadas), mais sua ótima condição física.

86. Possuidora de características distintas às da Cidade do México, Tóquio encontra-se a 5 m do nível do mar; numa latitude de 35° 39' N (35,65° N); tem uma aceleração gravitacional de 979,7907 m/s²; fuso horário +9; e situa-se na Zona temperada do Norte. Logo, para um saltador, Tóquio apresenta dificuldades maiores àquelas experimentadas na Cidade do México, sejam pelos 2.211 m a menos na altitude; pelos 16,23° a mais na latitude; pelos 1,8561 m/s² a mais na aceleração da gravidade; pela maior diferença de fusos horários, 13 no total (tomando-se os -4 da capital Washington, DC); pela temperatura média (entre 4-24 °C, durante o ano), menor por situar-se na Zona temperada do Norte; ou por apresentar na ocasião uma velocidade do vento à favor de 0,3 m/s contra os 2,0 m/s, também à favor, no México²³³. Mesmo assim, num duelo particular com o compatriota e tetra-campeão olímpico do salto em distância dos Jogos Olímpicos de Los Angeles (1984), Seul (1988), Barcelona (1992) e Atlanta (1996), Carl Lewis²³⁴ e o medalha de prata nos Jogos Olímpicos de Seul e Barcelona, Mike Powell²³⁵, este último, ao perder para Lewis por 25 e 3 centímetros, respectivamente, supera a já incrível marca de 8,90 m de Bob Beamon, acrescentando-lhe 5 cm, ao alcançar 8,95 m.
87. Tanto neste levantamento para os saltos em distâncias, como para todos os demais saltos horizontal (salto triplo) e vertical (salto com vara e salto em altura), são observados os evidentes declínios nos resultados das Olimpíadas imediatamente posterior. Talvez fruto dos desestímulos causados pelas discontinuidades dos combates desportivos, talvez por influências sociológicas, quiçá prejudicial ao desempenho atlético.

Na abscissa de 1952, relativa aos XV Jogos Olímpicos de Helsinque (Finlândia, 1952), muito mais pela influência da latitude de 60° 00' 00" N (60,00° N) do que pela altitude de 23 m acima do nível do mar, os resultados despencaram, parecendo estarem todos, de acordo com as dificuldades inerentes ao alto valor relativo da aceleração da gravidade, $g(L, A)$, igual a 981,9168 cm/s². Contudo, o mesmo parece não se dá com os resultados não-despencados dos IX Jogos Olímpicos de Amsterdã (Holanda, 1928), vinte e quatro anos antes (abscissa 1928). Neste Jogos, a aceleração, $g(L, A)$, com valor porcentual aproximado de 0,064% a menos, 981,2866 cm/s², somente 0,6302 cm/s² menor, parecem contradizer o “óbvio”. Que se justifique neste parágrafo, o uso abusivo do verbo “parecer”

²³³ Melhores saltos de sempre. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Salto_em_dist%C3%A2ncia >. Acesso em: 12 set. 2008.

²³⁴ Vídeo sobre Mike Powell no III Campeonato Mundial de Atletismo em Tóquio, Japão de 1991. Disponível em: http://www.weshow.com/br/p/3245/mike_powell_x_carl_lewis_recorde_mundial_audio_em_ingles. Acesso em: 4 set. 2008.

²³⁵ Biografías y vidas. Mike Powell. Disponível em: <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/p/powell.htm>. Acesso em: 4 set. 2008.

por conta da impotência em se delegar à aceleração local da gravidade, em detrimento dos fatores físicos não apurados, os exclusivos motivos.

QUESTÕES I. 13

88. No caderno “*ESPORTES Olimpíadas 2008*”²³⁶, em reportagem intitulada “*PEQUIM*”, seu autor declara que:

“[...] [apesar] dos esforços para se mostrar ao mundo como um anfitrião olímpico à prova de críticas, o fato é que os Jogos ocorrem num ambiente soterrado de problemas decorrentes de [inúmeras causas e, dentre elas, a] [...] poluição ambiental massiva devido ao crescimento sem parâmetros [...]”.

No mesmo caderno, agora na reportagem “*Instalações impecáveis para atletas*”, interpretada aqui como uma sutil alusão também a falta de visibilidade provocada pela poluição do ar atmosférico, o autor destaca que é “*[...] nesse cenário [... [com] problemas como [...] devastação do meio-ambiente, entre outros...] que o Brasil, com um recorde de 277 atletas, sendo 132 mulheres, busca melhorar suas marcas entre os 204 participantes de uma festa que está atraindo os olhos do mundo.*”.

Fato ou especulação, o problema é que sobre o tema poluição “*deve-se reconhecer a existência de limitações fisiológicas, resistências e suscetibilidades diferenciadas [...] entre a população adulta*”, de modo a se ter em mente que “*um nível de poluição pode interferir na demanda de oxigênio utilizado por atleta impedindo-o de quebrar um [recorde] e não ter feito algum na diminuição da [performance] de um trabalhador sedentário.*” (PIRES, 2005, p. 39).

Assim, mesmo que os “*critérios originários de efeitos físicos [estejam] [...] essencialmente baseados em considerações estéticas que avaliam [...] o grau de tolerância de uma comunidade diante de um evento como diminuição da visibilidade da atmosfera [e, portanto] [...] com um peso subjetivo muito forte*”, como ressalta PIRES (2005, p. 38) em sua avaliação, imprescindíveis se tornam os estudos feitos com base na *tendência* à fase de *equilíbrio* dos *fenômenos de transferência*, para as quais *inexistem variações* (SISSOM, 1979, p. 2). Incluem-se dentre alguns dos efeitos não subjetivos que afetam não somente as propriedades atmosféricas, mas por consequência os fatores físicos até então estudados.

²³⁶ Jornal O GLOBO. Caderno *ESPORTES Olimpíadas 2008*. Reportagens de Gilberto Scofield Jr. e Jorge Luiz Rodrigues, 2ª edição – Rio de Janeiro, 3 de agosto de 2008, p. 3.

CAPÍTULO II

QUESTÕES II. 1.1

89. As evoluções dos saltos em distância masculino e feminino ficam evidentes pelos traçados das curvas da questão 100, se avaliadas apenas por conta dos valores desses resultados. Pelos gráficos, a média aritmética aproximada de 6,06 m para os homens, em Atenas de 1896, chega a Pequim de 2008 com uma medida central de 8,26 m. Uma variação média positiva perto de 26,6%.
90. Já para as mulheres, as medidas de tendência central vão de cerca de 5,62 m, em Londres de 1948, a quase 6,99 m, em Pequim de 2008. Variação esta de 19,6% aproximadamente.
91. Um crescimento médio de 0,951% por Olimpíada, ao limitar-se tais resultados aos três primeiros algarismos significativos, para os homens e, 1,31% por Olimpíada, na média, para as mulheres.
92. O índice das mulheres é 37,7% maior que o calculado para os homens, se considerado os valores aproximados descritos acima (questão 91).
93. Estes percentuais médios aumentam ainda mais quando comparados com os recordes mundiais vigentes, pois vão à 32,3% ou 1,15% por Olimpíada para os homens, e à 25,3% ou 1,68% por Olimpíada para as mulheres; com um índice agora de 46,1% acima do incremento alcançado pelos homens, ou seja, perto de 1,22 vezes a mais que os 37,7% mostrado.
94. Nestes períodos de evoluções ao longo de 1948 a 2008 para mulheres, e de 1896 a 2008 para homens, pequenas quedas ou involuções delineiam os evidentes “retrocessos” que a miúdo surgem nos gráficos (questão 87), como mostram, em termos de porcentagens, a Tabela da presente questão.

Nesta Tabela mostrada, percebe-se com nítida clareza que as três maiores quedas médias ocorrem nos Jogos de Munique (1972) com menos 3,17%, sendo seguida de perto pela queda de menos 3,05% nos Jogos de Antuérpia (1920) e de menos 2,84% nos Jogos de Londres (1948). Contudo, em 1952, nos Jogos de Helsinque, a queda de menos 2,23% superpõe-se sobre a já ocorrida quatro anos antes, caracterizando-se, portanto, no maior “retrocesso”. Curiosamente, os Jogos de Antuérpia e Londres são Jogos pós-Guerra, os Jogos de Helsinque experimentam a assim intitulada Guerra Fria e os Jogos de Munique, o terrorismo.

Do total de Jogos concretamente levados a efeito, das 26 edições para os homens e das 16 para as mulheres, destacam-se 7 quedas (cerca de 26,9%) e 4 quedas (25%) respectivamente, ocorrendo aí uma quase proporcionalidade, já que 26 está para 7 assim como 16 está para 4,31, aproximadamente.

95. Na Tabela dada, menos 2,56% é a maior queda registrada nos Jogos de Los Angeles (1984) para as mulheres. Naquela ocasião, por “[...] *retaliação ao boicote liderado pelos norte-americanos aos Jogos de Moscou [1980]*” esvasiava-se também o evento pelas ausências de alguns “*países da Europa Oriental, liderados pela [então] URSS, além de países comunistas [...]*”²³⁷.

Ao se confrontar as Tabelas (questões 94 e 95) ou mesmo os gráficos da questão 87 acima, a partir de 1948, notam-se tendências distintas na evolução média do salto feminino relativamente ao do salto masculino, como confirmam os resultados dos Jogos de Helsinque (1952), Tóquio (1964), Munique (1972), Montreal (1976), Los Angeles (1984) e Barcelona (1992).

Nos Jogos de Helsinque, por exemplo, as características se invertem, pois enquanto todos os homens apresentam resultados abaixo daqueles alcançados nos Jogos anteriores (Londres, 1948), as mulheres exibem resultados acima. Ainda nos Jogos de Helsinque, salvo o relevante fato de nenhum(a) dos(as) atletas que alcançaram as três primeiras colocações investigadas nos referidos Jogos (Londres e Helsinque) serem os(as) mesmos(as), o que por si só já traz grande significado, todos os fatores físico-ambientais estudados precedente se reproduzem igualmente para todos, desprezadas aí as possíveis micro flutuações decorrentes de estados físicos estacionários²³⁸ presentes ao Estádio Olímpico.

Igualmente curioso são os elevados resultados médios que sucedem imediatamente aos Jogos iniciais, no caso, os Jogos de Paris (1900) para os homens e os Jogos de Helsinque (1952) para as mulheres (Tabelas das questões 94 e 95). Neles as taxas médias porcentuais de crescimento, de 14,68% e 8,54% respectivamente, chegam a superar as médias de desenvolvimento daqueles demais valores em 84,7% (6,54 vezes maior) para os homens e 66,3% (2,96 vezes maior) para as mulheres. Outra particularidade indica que dos 16 acréscimos ($\Delta > 0$) que integram a Tabela da questão 94 para os homens, 12 ou 75,0% estão acima de 1,00%. Já na Tabela da questão 95,

²³⁷ Jogos Olímpicos de Verão 1984. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Jogos_Ol%C3%ADmpicos_de_Ver%C3%A3o_de_1984#Fatos.2C_destaques_e_curiosidades >. Acesso em: 8 out. 2008.

²³⁸ Processo no qual nenhuma grandeza física macroscópica (temperatura, pressão etc.) varia com o tempo, muito embora possam variar de ponto para ponto no espaço compreendido pelo fenômeno.

relativo as mulheres, dos 9 acréscimos ($\Delta > 0$) 8 ou 88,9% também superaram o percentual unitário.

Sobressaindo do mesmo modo, tem-se a taxa de 4,82% relativo ao acréscimo ($\Delta > 0$) em 1968 nos Jogos da Cidade do México (Tabela da questão 94), que revela-se pelo particular desempenho do atleta norte-americano Bob Beamon, isto, se comparado apenas os resultados conhecidos mostrados no Tabela da questão 96 a seguir.

96. As curvas construídas na figura da questão 87, ilustram em termos gráficos os resultados contidos no Tabela proposta, mesmo sem dar a entender o realce às divergências “insignificantes”. Contudo, por estes conteúdos, enquanto os melhores saltos masculinos, entre os 2º e 3º colocados, redundam em apenas 3 cm de diferença, o salto vencedor de Beamon estabelece a dianteira de 72,5 cm da média dos resultados dos dois mais próximos concorrentes, tornando, ao que parece, irrefutável demonstração de sua boa performance física (referida na questão 85), ainda mais se equiparada aos aproveitamentos das mulheres igualmente classificadas.
97. Regras Oficiais de Atletismo²³⁹ 140, 163, 184, 185 e 220 (de acordo com as informações contidas na versão oficial produzida no Brasil por sua filiada CBAAt – Confederação Brasileira de Atletismo) e que levam em conta as etapas no corredor de aproximação, na tábua de impulsão e na caixa de aterrissagem.

QUESTÕES II. 2.1

98. Segundo FERNANDES (1978, p. 74), as “*fases do salto em distância*” são quatro, a saber: “a) *Corrida de impulso*; b) *Impulsão*; c) *Fase aérea (elevação e flutuação)*; [e] d) *Queda ou aterrissagem*.”. Contudo, apenas para efeito didático, uma fase a mais será inserida antes da primeira no presente trabalho, ou seja, pela ordem, antes da “*Corrida de impulso*”, também conhecida como *corrida de aproximação*, será incluída a fase a qual receberá o nome de “fase de preparação para a corrida”.
99. Enquanto se concentra para a *corrida de impulso* ao longo do corredor de aproximação, parado na origem de sua marca no momento inicial de preparação e durante todo o tempo que lhe é permitido ali ficar, o *atleta modelo* manterá uma postura (ou variante desta):
 - a. De pé, com um afastamento antero-posterior dos membros inferiores ao longo da linha média do corpo e de frente para a caixa de salto;

²³⁹ Confederação Brasileira de Atletismo: regras oficiais de atletismo. – São Paulo: Phorte Editora, 2002.

- b. O tronco eréto ou ligeiramente inclinado para a frente, conforme a preferência, e os membros superiores em posição proximal flexionados a 90°.
100. Partindo, portanto, da origem de sua marca de uma velocidade nula (0 m/s) caberá ao *atleta modelo* alcançar a máxima velocidade que sua performance o permite ao atingir a tábua de impulsão, no final do corredor de aproximação, e ainda, na tábua chegando, conseguir saltar. Cabe ressaltar que, caso o *atleta modelo* prefira, por livre escolha, partir da origem de sua marca de uma velocidade maior que zero (0 m/s), deverá respeitar os 45 metros máximo permitido para o corredor de aproximação ao implementar sua corrida.
101. Neste momento, na tábua de impulsão, o *atleta modelo* deverá elevar seu centro de massa (CM)²⁴⁰ ao mais alto ponto, erguendo-o do nível médio da trajetória por ele traçada ao longo da corrida de aproximação à máxima altura que a impulsão agora adquirida, devido a reação gerada pela ação dos músculos de sua perna-de-impulsão sobre a tábua de impulsão, for capaz de arremessar seu CM contra a gravidade. Em termos de energia ou de capacidade de realizar trabalho físico, seria como se o *atleta modelo*, no momento em que tocasse a tábua de impulsão, adquirisse um pacote adicional contendo energia potencial gravitacional (energia devido à posição ocupada pelo atleta), além da energia cinética (energia devido ao movimento do atleta) que então possui por seu movimento, suficiente para realizar o trabalho físico contra a gravidade (trabalho negativo) ao elevá-lo e grande o bastante para permitir, neste instante, que estas energias mecânicas (cinética + potencial), assim constituídas, o arremesse ao alcance máximo desejado.
102. Logo após o pé-de-apoio do *atleta modelo* perder contato com a tábua de impulsão, o novo movimento descrito pela trajetória parabólica de seu CM inicia-se. Simultaneamente, apropriado ao lançamento oblíquo que melhor ajuste-se a seu peso e ao alcance máximo almejado, deverá existir um ângulo entre 0 (zero) e 90 graus, formado acima da horizontal ao tomar-se o nível da caixa. Durante a flutuação, a área transversal da totalidade de seu

²⁴⁰ Com base na exposição descrita pelo professor MAIA (1977, p. 49) sobre “O Centro de Massa” (ou centróide, para corpos homogêneos e uniformes), pode-se dizer que o centro de massa de um sistema material, abreviado por CM, é um ponto fictício, porém, excepcional até mesmo por nem sempre se posicionar no corpo em questão, como é o caso de determinadas mesas. No CM, pode-se imaginar esteja concentrada toda a massa do corpo e também aplicada a resultante de todas as forças externas às quais esteja sujeito, qualquer que seja seu estado de movimento. No texto, o “Teorema da Existência do Centro de Massa” descrito por MAIA (1977, p. 49), assim se enuncia:

“Cada sistema material possui um ponto, *C*, que goza da seguinte propriedade: seja qual for o movimento [(estado de movimento)] do sistema, o seu momentum linear [(quantidade de movimento)] é igual ao de uma única partícula, de massa igual à do sistema e coincidente com o ponto *C*.”

Demonstrado por Lagrange (1736-1813), em 1788, *apud* MAIA (1977, p. 50), o “Teorema do Movimento do Centro de Massa” descrito a seguir, permite provar “[...] que o ponto *C* se move como se moveria uma partícula de massa igual à do sistema e à qual estivessem aplicadas todas as forças que atuam sobre o sistema.”, afirma MAIA (1977, p. 50).

“O centro de massa de um sistema material se move como uma partícula onde estivesse concentrada toda a massa do sistema e aplicadas todas as forças que atuam sobre o sistema”. MAIA, L. P. M.; *Mecânica Clássica*, v. 2, ed. experimental, UFRJ. Rio de Janeiro, 1977.

corpo na direção do salto deverá ser a menor possível, de modo que forças aerodinâmicas exercidas pelo ar, com ou sem vento, não reduzam os ganhos até então adquiridos pelos esforços durante a corrida de aproximação e a impulsão. Ao *atleta modelo* caberá ainda evitar que partes de seu corpo toque a superfície arenosa da caixa de salto enquanto seu CM não atingir o ponto mais baixo da trajetória parabólica, relativamente ao nível da caixa, local de aterrissagem.

103. Para as condições reunidas durante todo o processo do salto em distância descrito, o alcance ideal deveria ser atingido pelo CM do *atleta modelo*, entretanto, seu corpo não se resume ao CM. Por isso, ao tocar a superfície arenosa, o choque iniciado pelo apoio deste *atleta modelo* (seus membros inferiores, por exemplo) com a areia não deve se transformar num obstáculo ao ganho daquele alcance máximo desejado, mas sim, e tão somente, permitir que seu corpo usufrua do fenômeno da inércia associado a este lançamento oblíquo e se deixe prosseguir adiante, não retrocedendo na queda após o “voo”, de modo a não vir a perder aquilo que já conquistou.

QUESTÕES II. 2.2.1

104. Esta força, enquanto “[...] *grandeza vetorial*” (RUGGERI, 2003)²⁴¹ — destacada em ***negrito*** — apresenta-se com um “[...] *ponto de aplicação*” no ponto originário da força, justapondo-se ao centro de gravidade^{242,243} (CG) do(a) atleta; com uma “[...] *direção*” dada pela vertical do lugar, perpendicular à pista, no caso; com “[...] *um sentido*” voltado para o centro da Terra e, portanto, sempre apontada para baixo; e com uma “[...] *intensidade*”

²⁴¹ Numa breve digressão apropriada aos propósitos do presente capítulo, extraiu-se da redação de RUGGERI (2003), da parte em que se relembram os conceitos da “[...] *entidade vetor*” (mesmo sem menção ao *ponto de aplicação*), o seguinte trecho:

“[...] a *entidade vetor* foi concebida para ser usada na Física clássica [...] no sentido de representar as grandezas vetoriais (como as forças, as velocidades etc.) que são inerentes a uma direção e a um sentido sobre essa direção. Essa entidade foi representada por uma flecha (um segmento de reta orientado) que, desenhada em uma determinada escala no espaço, tem um comprimento (o módulo do vetor, a intensidade da grandeza), uma direção e um sentido sobre esta direção (ambos característicos da grandeza que ela representa). Essa entidade é, pois, de natureza geométrica; a sua representação é real, tão concreta como um desenho. Com esses desenhos (feitos em uma escala conveniente) [pode-se] [...] representar as forças que atuam num corpo, as velocidades [...] etc., [como se pretende]”. RUGGERI, E. R. F., “Um engano matemático repetido por 100 anos”, Rev. Esc. Minas, v. 56, n. 3, Ouro Preto, jul. 2003. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672003000300012&lng=pt&nrm=iso >. Acesso em 28 out. 2008.

²⁴² “[...] *centro de gravidade de um corpo é o ponto onde podemos considerar aplicado o seu peso*.”, afirma ÁLVARES (1992, p. 217). Portanto, o ponto de aplicação da força peso ou gravitacional, ou seja, o centro de gravidade (CG) será o baricentro, confundindo-se com o *centro geométrico* (ou *centro de simetria*) do corpo, se este for homogêneo e uniforme. (ÁLVARES, B. A.; DA LUZ, A. M.; *Curso de Física*, v. 1, 3ª ed. São Paulo, HARBRA, 1992).

²⁴³ Referindo-se ao “[...] *centro de massa do sistema de partículas, abreviado por CM*.”, ALONSO (1972, p. 65) ainda afirma que:

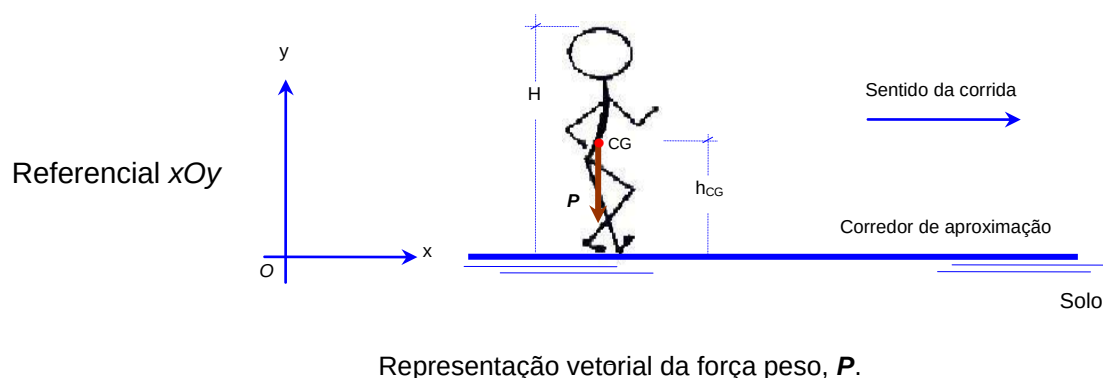
“Na realidade, o peso é aplicado num ponto levemente diferente, chamado *centro de gravidade*. [...] [Mas para] finalidades práticas [onde o campo gravitacional possa ser admitido como uniforme], não há diferença entre esses pontos [CM e CG], exceto no caso de corpos muito extensos [...] [pois, apesar] de as direções [radiais] das forças peso se encontrarem no centro da Terra, elas podem ser consideradas paralelas, quando atuam sobre as partículas que compõem um corpo de dimensões relativamente pequenas.”. (ALONSO, M; *Física: um curso universitário*. São Paulo. Edgard Blucher, 1972).

mensurável por intervenção de um dinamômetro²⁴⁴, mas que se pode obter pela lei da gravitação universal²⁴⁵ proposta por Isaac Newton (1642-1727), bem como ser expressa analiticamente por $P = m_G \times g$, onde P representa o peso próprio do(a) atleta, m_G sua massa gravitacional (a quantidade de matéria efetiva do corpo do(a) atleta) e g a aceleração local da gravidade (MAROJA, et al., 2005, pp. 1-4).

Há de se ressaltar ainda sobre a força peso, P , que sua dependência com a aceleração local da gravidade, g , a torna também dependente da latitude e da altitude, conforme se mostrou, em módulo, por meio da equação abaixo (questões 4 e 44).

$$g = g(L, A) = 978,0490 + 5,1723 \times \text{sen}^2(L) - 0,0058 \times \text{sen}^2(2 \times L) - \left(\frac{2 \times G \times M}{R^3} \right) \times A$$

105.



106. Segundo CINDRA (2008),

*“[...] um **vínculo** é, em geral, uma restrição de natureza geométrica imposta ao movimento do sistema [ou corpo do atleta modelo em questão]. [...] Se [o centro de massa, CM, desse sistema] [...] puder se mover em todas as três direções no espaço, [ele estará] [...] livre de vínculos. (Grifo nosso)*

107. Ainda segundo CINDRA (2008)

*“[...] Dizemos então que [...] tem **três graus de liberdade**. Se, pelo contrário, [...] estiver [condicionado] a se mover ao longo de uma superfície dada [como inevitavelmente ocorre], [...] [estará submetido] a um vínculo, geometricamente falando, [...] [estará restrito] a se mover ao longo dessa superfície. [...] terá então*

²⁴⁴ Instrumento com que se medem, de maneira direta, forças pela deformação que podem causar em estruturas elásticas (molas helicoidais, por exemplo). MACEDO, H. *Dicionário de Física Ilustrado*, Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1976, p. 98.

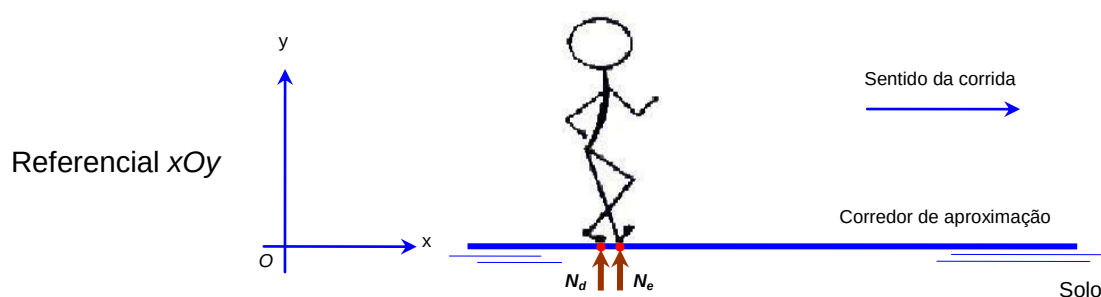
²⁴⁵ GRAVITAÇÃO. In: Nova Enciclopédia Barsa, v. 7. São Paulo: Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações, 1999, p. 190.

dois graus de liberdade [...]. Um sistema formado por duas [ou mais] partículas livres tem seis graus de liberdade: três para o movimento do centro de massa do sistema e três para o movimento das partículas em relação ao centro de massa [...]. (Grifo nosso)

108. Neste caso, de modo a neutralizar a ação da força peso, $\mathbf{P}$, a tal força normal, $\mathbf{N}$, total, decomposta aqui em duas parcelas que atuam sob seus pés, apresenta-se sempre perpendicular à superfície de contato, intervindo-se no respectivo ponto de contato.

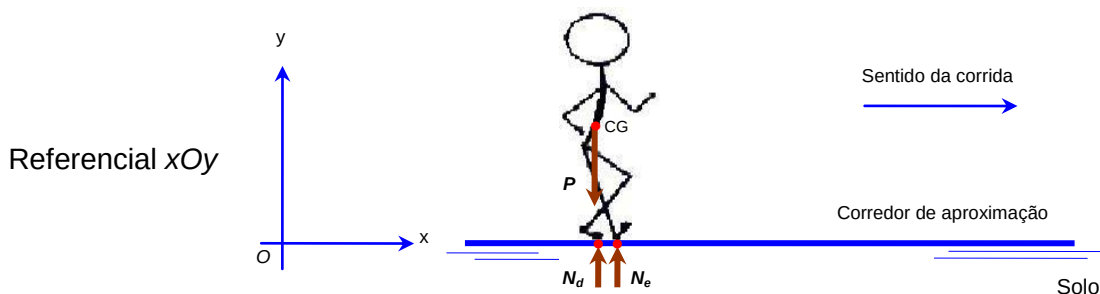
*“De modo geral [afirma LEMOS (2004)], as forças aplicadas [força peso, por exemplo,] é que devem ser consideradas as verdadeiras causas do movimento [como a ação recíproca atleta modelo versus Terra], as **forças de vínculo** servindo meramente para assegurar a preservação das restrições geométricas ou cinemáticas no decurso do tempo.”* (Grifo nosso)

109.



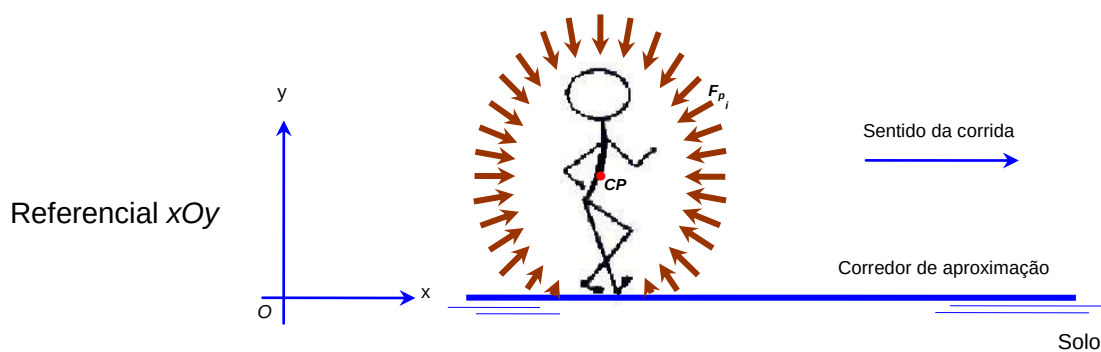
Representação vetorial da força normal, $\mathbf{N}$.

110.



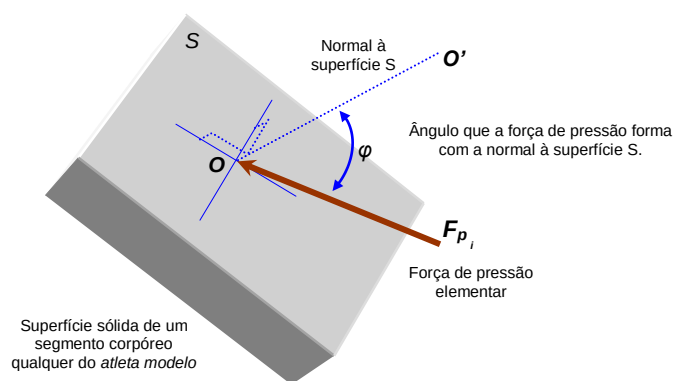
Representação vetorial conjunta da força peso, P , e das forças normais N_d e N_e que agem no *atleta modelo*.

111. A força causada pelo peso do ar atmosférico sobre sua cabeça e seu corpo em geral, ou dito de outra maneira, a força causada pela pressão atmosférica, F_p ; e a força ocasionada pelo peso do ar atmosférico deslocado pelo volume de seu corpo, ou seja, pela força de “[...] empuxo do ar” (HEWITT, 2002, p. 253) atmosférico, E .
112. Na Figura a seguir, aspira-se passar a ideia limitada, bi-dimensional, de como os vários elementos de força devido à pressão atmosférica, F_{pi} , que compõem a força de pressão, F_p — tridimensionalmente exercida pelo fluido atmosférico sobre o *atleta modelo* — convergem para o ponto denominado por *centro de pressão*, ou seja, para o ponto de aplicação da resultante, F_p , de todas essas contribuições elementares.



Representação vetorial das forças de pressão, F_p , que agem no *atleta modelo*.

113. No modelo a seguir, representa-se uma das infinitas forças determinadas pela pressão atmosférica suportada pelo *atleta modelo* no decorrer da competição.

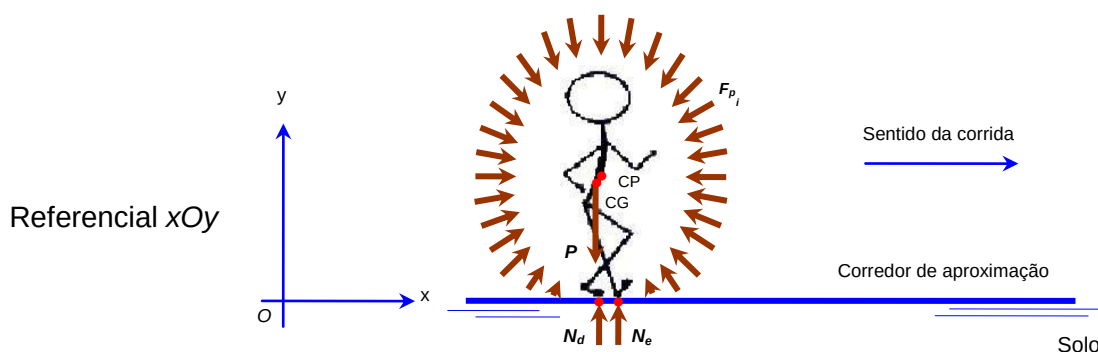


Segmento corpóreo submetido à força de pressão elementar.

114.
$$F_p = \sum_{i=1}^{i=n} F_{p_i} = F_{p_1} + F_{p_2} + F_{p_3} + \dots + F_{p_n} = S \times \left(p_0 \times e^{-g \times \left(\frac{M}{R \times T} \right) \times (y - y_0)} \right), \text{ onde } F_p (F_p \equiv |F_p|) \text{ é a}$$

intensidade da soma de todas as pequenas contribuições elementares rotuladas por F_{p_i} , com o índice subscrito i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$).

115.



Representação vetorial conjunta das forças peso, P , normais N_d e N_e e de pressão, F_p , que agem no atleta modelo.

116. Apesar de o presente interesse estar restrito às ações sobre o corpo do atleta modelo, VENNARD (1978, pp. 35-36; 45), falando a respeito de “Forças sobre superfícies planas submersas” em compêndio destinado a estudantes de Engenharia, afirma que:

*“O cálculo do **módulo, direção, sentido e ponto de aplicação** da força total que atua sobre um objeto submerso num líquido é assencial para o projeto de represas, tanques, recipientes, comportas, navios e projetos semelhantes. Para uma área submersa, plana e ‘horizontal’, o cálculo da força é simples porque a pressão não varia sobre a área; para planos não horizontais o problema é complicado porque ocorre variação da pressão com a altitude. Entretanto, [...] as pressões em líquidos de densidade constante variam ‘linearmente’ com a profundidade [Teorema de Stevin²⁴⁶] [...] Nos gases, [...] através de pequenas distâncias [altura de um(a) atleta, por exemplo] [...] a variação de pressão com a profundidade [quando se*

²⁴⁶ Teorema de Stevin ou Teorema fundamental da Hidrostática. Simon Stevin (1548-1620), matemático, mecânico e engenheiro civil nascido na cidade de Burges, Bélgica, deu grandes contribuições à ciência. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/SimonSte.html>>. Acesso em: 8 nov. 2008.

admite uma densidade constante] é tão pequena que normalmente é desprezada no cálculo da força em problemas de Engenharia.” (Grifos nossos)

117. Parece não haver dúvidas quanto à importância que se deve dar ao módulo, a direção, ao sentido e ao ponto de aplicação das forças em estudos (“[...] *da força total*”), como enfatiza o professor John King Vennard (1909-1969) e tantos outros autores. Por outro lado, confirmam-se também dificuldades em se lidar mesmo com “[...] *objetos submersos* [...] [como] *planos não horizontais* [...] [quando] *em líquidos de densidade constante*”, como descritos acima, em que as circunstâncias são menos desfavoráveis que aquelas em que o *atleta modelo* ora se insere: de um meio (“[...] *gases*”) compressível (ou não incompressível) como é o caso real do ar atmosférico; de uma densidade para a qual “ser” invariante (“[...] *densidade constante*”) é uma conveniente aproximação, pela pouca altura que possa ter o *atleta modelo*; e de não ser o(a) atleta “*uma área submersa* [...] ‘*horizontal/não horizontais* [...] [tão pouco] [...] *plana*” enquanto ser humano (“[...] *objeto submerso*”). Mas Vennard não descreve situação semelhante a do salto em distância e esta não foi encontrada na literatura consultada, motivo desta inserção.
118. Quanto à força de empuxo, **E**, simbolizada na da questão, diz GONÇALVES (1979, p. 448) ao enunciar o Teorema²⁴⁷ de Arquimedes (287-212 a.C.), que: “*Todo corpo mergulhado num líquido [ou fluido (líquido ou gás) de uma maneira geral, ar atmosférico inclusive,] sofre ação de uma força vertical, orientada de baixo para cima, igual ao peso da porção do líquido deslocado pelo corpo.*”

E acrescenta ao acentuar:

$$“E = \text{peso do líquido deslocado} = V_{SUB} \times \rho_{LIQ} \times g.”$$

Nesta expressão, entende-se V_{SUB} como o volume submerso do corpo; ρ_{LIQ} como a massa específica do líquido (do fluido); e g como a aceleração local da gravidade.

Já para o professor Paul G. HEWITT (2002, p. 253), referindo-se ao ar atmosférico, “*Um objeto [o corpo do atleta modelo, por exemplo] rodeado por ar sofre ação de uma força de empuxo dirigida para cima e igual ao peso do ar deslocado.*”

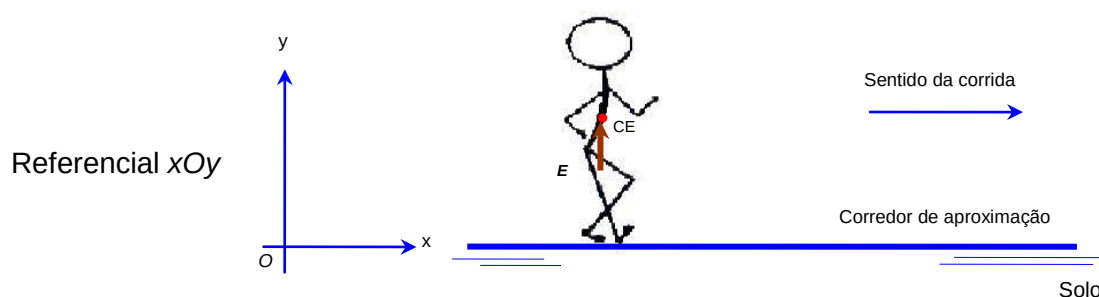
²⁴⁷ Segundo Dalton Gonçalves “*Convém evitar [...] [chamar o enunciado devido a Arquimedes] de Princípio [como o fazem] [...] Alguns autores.*” (GONÇALVES, Dalton.; *Física: mecânica / Dalton Gonçalves*. – 3. ed. – Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1979, p. 448). Entretanto, para Horácio Macedo que faz uso do termo *Princípio*:

“*Teorema [é] proposição que se deduz logicamente de um conjunto de outras e que tem um conteúdo verificável experimentalmente. Neste sentido, as leis físicas que não sejam princípios básicos de uma teoria, são teoremas. Não é comum, porém, denominá-las assim. [E Princípio é] Uma lei [...] [ou seja, a] expressão de uma regularidade essencial que caracteriza um fenômeno ou um grupo de fenômenos [...] que tem um papel básico numa teoria [...] [argumentando]: [...] Estas distinções não são rígidas e muitas vezes não são obedecidas.*” (MACEDO, H. *Dicionário de Física Ilustrado*. ed. Nova Fronteira, 1976, pp. 202; 282; 339.).

119. Pode-se falar da resultante entre o peso próprio e o empuxo, a que fica sujeito o *atleta modelo*, ou o peso aparente medido habitualmente em balanças de mola (dinamômetros).
120. Em nota, VENNARD (1978, p. 54) esclarece o que “[...] *cuidadosamente*” se deve levar em conta, afirmando:

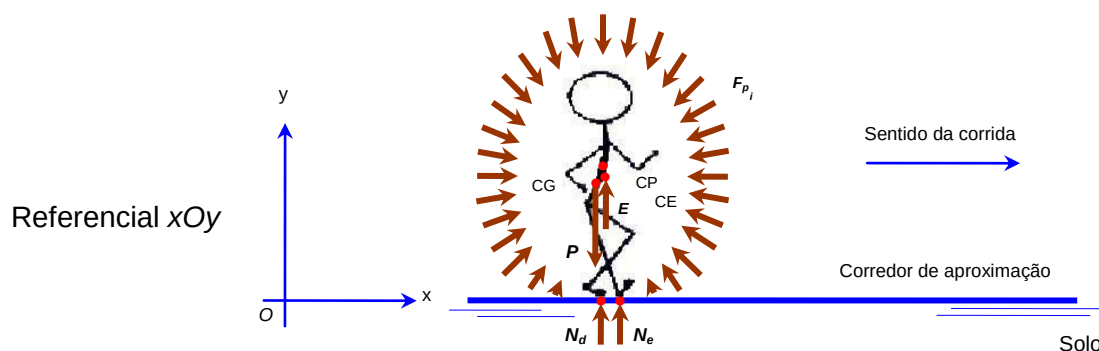
“[...] o cálculo da força de empuxo $[E = V_{SUB} \times \rho_{LIQ} \times g]$ foi feito com a suposição de que o fluido envolve completamente o corpo; se assim não fosse, o conceito de força de empuxo [Teorema de Arquimedes] deveria ser estendido, de modo análogo, a fim de levar em consideração as partes do corpo não recobertas pelo fluido. Um navio encalhado no fundo do oceano é um exemplo clássico disto; neste caso, a água não envolve completamente o casco do navio.”

121.



Representação vetorial da força de empuxo, E , que agem no *atleta modelo*.

122.



Representação vetorial conjunta das forças peso, P , normais N_d e N_e , de pressão, F_p e de empuxo E , que agem no *atleta modelo*.

123. Isto se deve possivelmente à presença de forças de atrito estático, F_{ae} , entre os pés ou sapatilhas (do *atleta modelo*) e a superfície da pista de competição, suficiente para mantê-los imóveis ou em equilíbrio mecânico ou, melhor dizendo, em equilíbrio fluidomecânico.

124. Inconveniente por vezes por gerar desgastes ou dissipar calor, o atrito torna-se indispensável entre os pés ou sapatilhas dos(as) atletas e a pista de Atletismo para os quais, sem atrito, as atividades de permanecer parado, “[...] correr, saltar nem lançar” (DYSON, 1978, p. 55), seriam praticadas por quem quer que seja, não fossem estas forças. (Tradução nossa)

125.

“Em consequência, se duas superfícies [sólidas] em contato [como os pés ou sapatilhas do atleta modelo e a pista de Atletismo,] apresentarem tendência a se mover uma em relação à outra, surge uma força ‘resistente’: a força de atrito [F_a]. No caso de a força aplicada [por violação do equilíbrio fluidodinâmico] não ser suficiente para colocar o corpo em movimento, a força de atrito se opõe à força aplicada e é chamada força de atrito estático [F_{ae}]. Esta não possui um valor único e pode variar entre zero e um certo valor máximo, chamado força de atrito estático máximo [$F_{ae\ M}$] [...]. Com boa aproximação, este valor é independente da área de contato [dos pés ou sapatilhas em questão] e é proporcional à força normal [N] que a superfície [da pista] exerce sobre o corpo [do atleta modelo]. A constante de proporcionalidade [“que depende apenas da natureza e estado das duas superfícies em contato [...]” (MAIA, 1977, p. 44)] é o ‘coeficiente de atrito estático’ [μ_e] [...]. Assim, podemos escrever:

$$[0 \leq |F_{ae}| \leq |F_{ae\ M}| \text{ e } |F_{ae\ M}| = \mu_e \times |N|]^{“}.$$

126. Sem atrito entre a sapatilha e a pista sintética seria impossível correr.

127. O não uso de sapatilhas trazem grandes desvantagens se comparado a aderência que as sapatilhas-de-prego²⁴⁸ proporcionam, a “[...] *finalidade dos sapatos para competições é dar proteção e estabilidade aos pés e [proporcionar] um atrito firme no chão*” . (Grifo nosso)
128. Sobre os benefícios do piso sintético relativamente aos demais, segue trecho da reportagem do “Jornal Hoje” de Cascavel, Paraná, ao denunciar que “*Corredores do Paraná serão obrigados a competir no pó de brita*”, porquanto, “[...] [a pista] *de atletismo não receberá piso sintético*”.

“Está fora de cogitação a substituição da pista de atletismo [...] por uma sintética [...] não há projeto [...] para trocar o piso da pista que é composto por pó de brita. [...] a construção de uma pista sintética nos moldes da que foi construída ano passado pelo governo do Estado no Colégio Estadual do Paraná, em Curitiba, custaria em torno de R\$ 2 milhões. O piso é de material antiderrapante, que proporciona mais estabilidade aos atletas, diminuindo risco de quedas e, por consequência, de lesões. [...] De acordo com os atletas que treinam [...] as diferenças com uma pista de material emborrachado são grandes. [...] a falta de estabilidade, diminuição da impulsão e o cansaço como fatores negativos provocados em uma pista com piso de pó de brita. ‘Quando a gente corre numa pista como essa [...] as dificuldades são bem maiores’, ressaltou. Quem também apontou diferenças entre os dois pisos foi a atleta [...] que compete na marcha atlética. [...] O professor de atletismo [...] avaliza a opinião de quem treina na pista [...] ressaltando que o desgaste físico é muito grande pela diminuição do atrito. ‘Numa pista emborrachada esse desgaste não ocorre’, completou o professor, mostrando um tênis [possivelmente uma sapatilha-de-prego] próprio para corridas para explicar como é o contato do atleta que corre num piso de pó de brita. O problema maior está nas pequenas travas existentes no solado dianteiro do tênis que ajuda na impulsão.” Jornal Hoje (2008)²⁴⁹.

²⁴⁸ Pregos. REGRA 143: Disponível em: < <http://www.faergs.org.br/REGRAS.pdf> >. Acesso em: 14 dez. 2008.

“Número de Pregos

3. O solado e o calcanhar dos sapatos deverão ser construídos de modo a permitir o uso de até 11 pregos. Qualquer número de pregos até 11 pode ser usado, mas o número de posições dos pregos não pode exceder de 11.

Dimensões dos Pregos

4. Quando uma competição for realizada em pista sintética, a parte do prego que se projeta do solado ou do calcanhar não deve exceder 9 mm, exceto no salto em altura e lançamento do dardo, onde não pode exceder de 12 mm. Esses pregos deverão ter um diâmetro máximo de 4 mm. Para pistas não sintéticas, o comprimento máximo permitido do prego será de 25 mm e o diâmetro máximo de 4 mm.

Sola e o Calcanhar

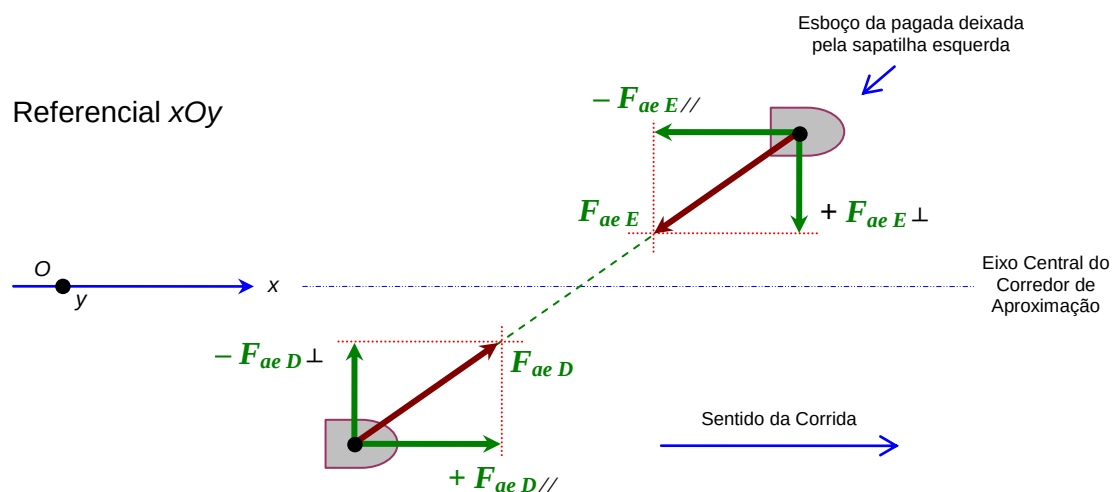
5. O solado e/ou o calcanhar podem ter sulcos, ondulações, denteados ou protuberâncias desde que sejam feitos do mesmo material ou similar ao do solado.

No salto em altura e no **salto em distância**, o solado deve ter uma espessura máxima de 13 mm e o calcanhar no salto em altura deve ter uma espessura máxima de 19 mm. Em todas as outras provas o solado e/ou calcanhar poderão ter qualquer espessura. (Grifo nosso)

Nota: A espessura da sola e do calcanhar do sapato será medida desde a distância entre o lado interno superior e o lado externo inferior, incluindo os números acima mencionados e incluindo qualquer tipo ou forma de palmilha.”

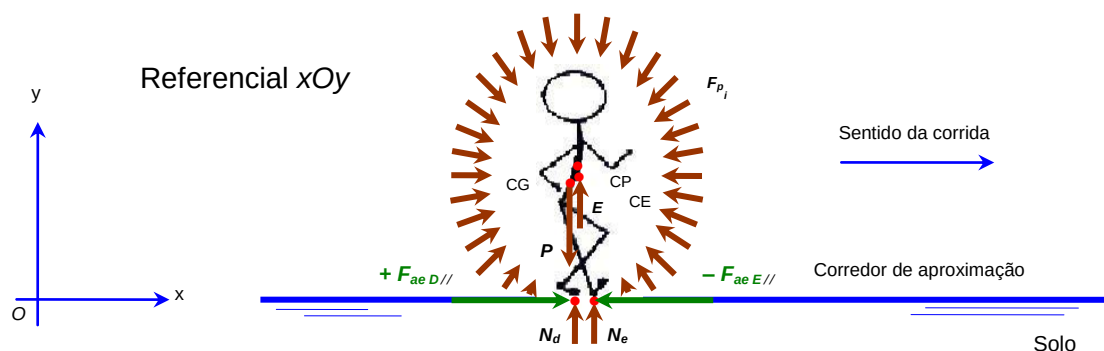
²⁴⁹ Jornal Hoje. JOGOS ABERTOS: Corredores do Paraná serão obrigados a competir no pó de brita. Cascavel, Paraná. Edição nº 4954 - sexta-feira, 04 de abril de 2008. Disponível em: < <http://www.jhoje.com.br/04042008/esportes.php> >. Acesso em: 22 dez. 2008.

129.



Representação vetorial da força de atrito estático, que agem no *atleta modelo*.

130.



Representação vetorial conjunta das forças peso, P , normais N_d e N_e , de pressão, F_p , de empuxo E e de atrito estático, F_{ae} , que agem no *atleta modelo*.

131. Vento aparente: Uma composição vetorial do “[...] *vento real* [ou “[...] *verdadeiro*]” (FERREIRA, 1975, p. 1449; CAETANO, 2008) originado pelos fenômenos naturais a vigor relativamente as coordenadas geográficas inerentes, a ser medido por anemômetros ligados a pista (referencial xOy), e do “[...] *vento induzido*” (CAETANO, 2008), auto-produzido pelo movimento, relativo a pista, do *atleta modelo* e que, muito embora produza efeitos no referencial do centro de massa (CM), não se faz presente nos registros do anemômetro fixado a pista.

132. FOX *et al.* (1992, pp. 349-350; 361), afirma ainda que:

“Em geral, a força infinitesimal, $d\mathbf{F}$, que atua sobre um elemento de área não será normal nem paralela ao elemento. [...] Se o corpo estiver se movendo através de um fluido viscoso [ou se um fluido viscoso estiver escoando ao redor do corpo submerso], tanto forças de cisalhamento [paralelas] quanto de pressão [perpendiculares] atuam sobre ele [...] [e] A força resultante, $\mathbf{F}$, pode ser dissociada nas componentes paralela e perpendicular à direção do movimento. A componente $[\mathbf{F}_x]$ da força paralela à direção do movimento é a força de arrasto, $\mathbf{F}_D$, e a [componente $\mathbf{F}_y$ da força] perpendicular à direção do movimento é a de sustentação, $\mathbf{F}_L$. [...] [Onde, por arrasto entende-se] a componente da força sobre um corpo que atua paralelamente à direção do movimento [...] [e por sustentação] a componente da força aerodinâmica perpendicular ao movimento do fluido.”

133. O “vento aparente” será o próprio “vento real” como visto, isto é claro, se existir vento.

Logo, estas forças de arrasto, $\mathbf{F}_D$, e de sustentação, $\mathbf{F}_L$, somente deverão ser consideradas se o(s) anemometrista(s) da competição verificarem alguma medição diferente de zero (0 m/s) registrada pelo anemômetro, qualquer que seja a “[...] informação sobre o vento [...] [dada pela] biruta [...] posicionada em uma posição apropriada [nas] [...] provas de saltos, [...] para mostrar ao [a] atleta a direção e força aproximadas do vento.”, conforme diz a “Regra 144.3” (CBAAt, 2002-2003, p. 93; FAERGS, 2006-2007, p. 10)^{250, 251}.

134. Ilustrado na figura²⁵² abaixo, o anemômetro é um instrumento destinado a medir velocidade de substâncias gasosas, por exemplo, o ar atmosférico. O anemômetro de conchas mostrado, também um dos mais comuns, tem sua medição baseada no movimento de rotação o qual fica submetida quando seu sistema mecânico giratório é exposto a força da corrente de ar.



²⁵⁰ Confederação Brasileira de Atletismo: regras oficiais de atletismo, *op. cit.*, p. 93.

²⁵¹ FAERGS – Federação de Atletismo do Estado do Rio Grande do Sul, *op. cit.*, p. 8.

²⁵² Fonte: Disponível em: < http://images.google.com.br/images?hl=pt-BR&source=hp&q=anemometro&um=1&ie=UTF-8&ei=HunYSovDG4mOuAe18tyHDg&sa=X&oi=image_result_group&ct=title&resnum=4&ved=0CCkQsAQwAw >. Acesso em: 16 out. 2009.

135. Biruta ou manga do vento (Figura abaixo)²⁵³ é um dispositivo destinado a indicar a direção do vento, diferentemente do anemômetro que mede sua velocidade.



136. Para o professor Dayr SCHIOZER (1996, p. 490),

“[...] mesmo no caso de um fluido considerado não-viscoso e com geometrias de corpos bastante simples, o estabelecimento da distribuição de tensões é um problema bastante complexo. Para escoamentos viscosos, as dificuldades crescem e mesmo os casos mais simples só podem ser resolvidos após a introdução de hipóteses simplificadoras, que quase sempre permitem apenas soluções aproximadas.”

Ainda segundo SCHIOZER (1996, p. 491),

“[...] A primeira proposição para uma lei de resistência do movimento de corpos em meios fluidos foi feita por [Isaac] Newton [(1642-1727)], com base no teorema da conservação da quantidade de movimento: a força exercida pelo fluido no corpo é igual à razão de variação da quantidade de movimento no fluido, em vista da presença do corpo.”

137. SCHIOZER (1996, p. 491) assegura que Newton teria equivocado-se ao propor tal teoria por não considerar o corpo como um todo, limitando-se apenas a sua parte dianteira, àquela que estaria de frente para o vento. Mas que, mesmo assim, muito embora se tenha conhecimento daquele engano, na atualidade tem-se por hábito entender a intensidade da resistência de arrasto, aqui representada por $|\mathbf{F}_D| \equiv F_D$, como aquela dada pela expressão a seguir,

$$F_D = \frac{1}{2} \times C_D \times \rho \times A \times v^2$$

onde C_D , identificado como coeficiente de resistência, dependeria da forma, da posição e da velocidade do corpo e também de propriedades do fluido, em que o produto $\frac{1}{2} \rho v^2$,

²⁵³ Fonte: Disponível em: < http://images.google.com.br/images?hl=pt-BR&source=hp&q=biruta&um=1&ie=UTF-8&ei=Ve7YSoWkFsqHuAfoIPiHDg&sa=X&oi=image_result_group&ct=title&resnum=4&ved=0CB0QsAQwAw >. Acesso em; 16 out. 2009.

seria a pressão dinâmica e A a área da superfície total do corpo projetada na direção do movimento.

138. Para GRIMSEHL (1932, p. 367), a componente de sustentação, F_L , pode ser determinada pela expressão abaixo, onde C_L é o coeficiente dimensional de sustentação.

$$F_L = \frac{1}{2} \times C_L \times \rho \times A \times v^2$$

139. Da mesma forma que C_D , estes “[...] [coeficientes] dimensionais [...] [C_D e C_L] podem ser determinados experimentalmente como funções do ângulo α .”, o ângulo de ataque do qual depende a relação F_L/F_D entre a força de sustentação, F_L , e a força de arraste, F_D .
140. Conforme a “Regra 135” (CBAAt, 2002-2003, p. 85)²⁵⁴ ou a “Regra 136” (FAERGS, 2006-2007, p. 8)²⁵⁵, “O Anemometrista deve [...] verificar a velocidade do vento na direção da corrida nas provas apropriadas [...]”. Já a “Regra 260.10b” (CBAAt, 2002-2003, p. 208)²⁵⁶, afirma que “No Salto em Distância [...] [se] a velocidade do vento medida na direção do salto, a favor do competidor, tiver média acima de 2 m/s, o recorde não será aceito.”. (Grifo nosso)

Uma outra regra, a “Regra 163.10-11” (CBAAt, 2002-2003, p. 104; FAERGS, 2006-2007, p. 15)^{257, 258}, determina que:

“O registro do Anemômetro se fará em metros por segundo, arredondado até o seguinte décimo superior, em sentido positivo. [...] O anemômetro mecânico deve ter uma proteção apropriada para reduzir o impacto de qualquer componente de vento cruzado. Quando tubos são usados, seu comprimento de cada lado do aparelho deve ser no mínimo duas vezes o diâmetro do tubo.”.

Ao exemplificar, esta referida “Regra 163.10” acima mencionada enuncia que: “[...] um registro de +2,03 metros por segundo [vento a favor] se anotará como +2,1; um registro de -2,03 metros por segundo [vento contra] se anotará como -2,0 [...]”.

²⁵⁴ Confederação Brasileira de Atletismo: regras oficiais de atletismo, *op. cit.*, p. 85.

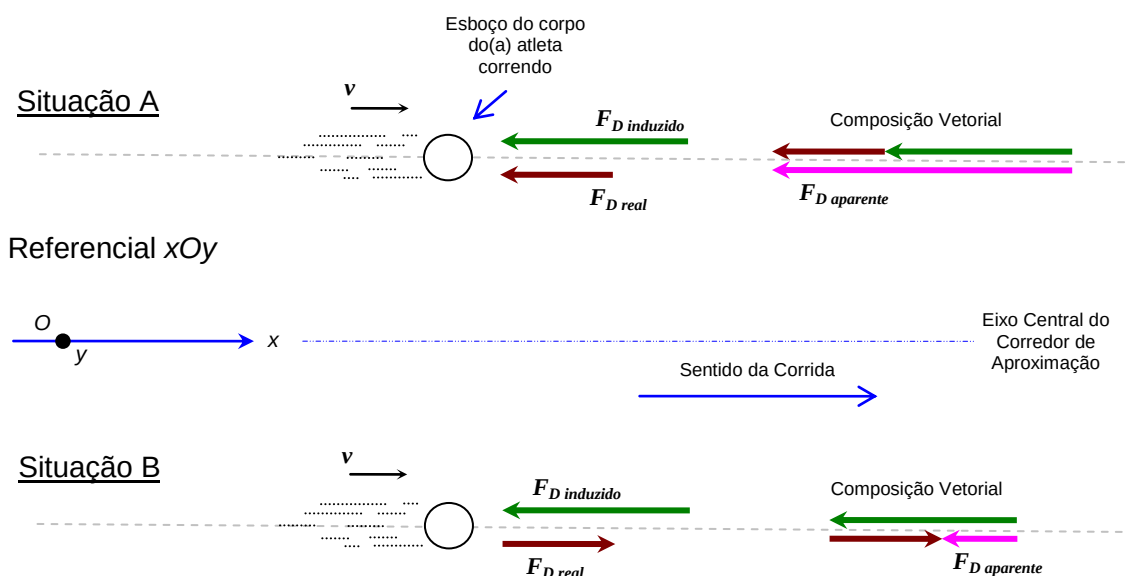
²⁵⁵ FAERGS – Federação de Atletismo do Estado do Rio Grande do Sul, *op. cit.*, p. 8.

²⁵⁶ Confederação Brasileira de Atletismo: regras oficiais de atletismo, *op. cit.*, p. 208.

²⁵⁷ *Ibid.*, p. 104.

²⁵⁸ FAERGS – Federação de Atletismo do Estado do Rio Grande do Sul, *op. cit.*, p. 15.

141.

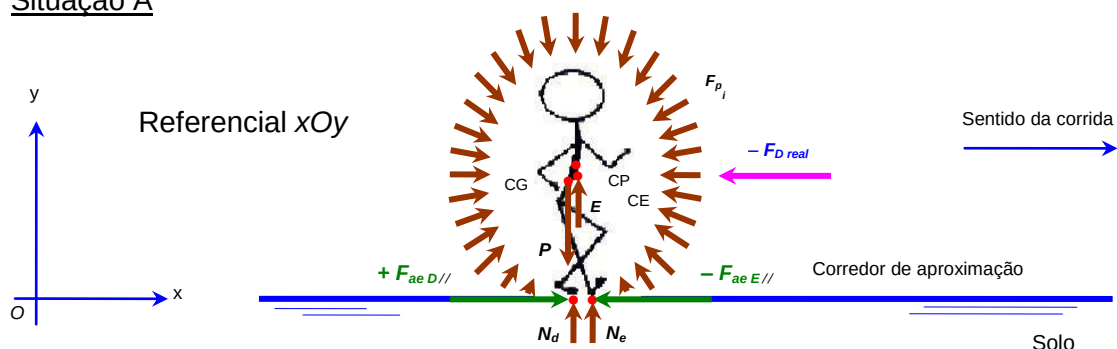


Esquema representativo das forças de resistência do ar, F_r , contra e a favor.

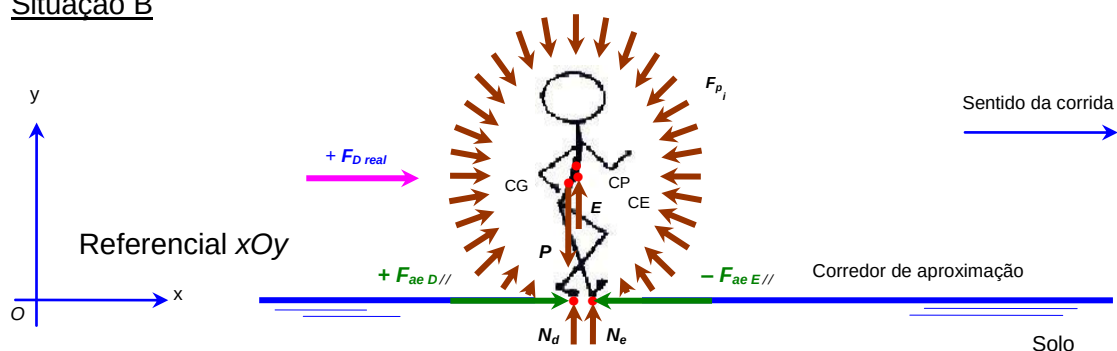
142. Quanto ao vento induzido (experimentado pelo *atleta modelo* e medido do referencial do CM), sua grandeza variará de zero enquanto o(a) atleta permanecer parado(a) (e neste momento $F_{D \text{ induzido}} = 0$ newton), a um valor proporcional a velocidade, v , mantida pelo(a) atleta em relação à pista, a qualquer tempo, conforme descrito na equação da questão 137 (visto isto, $F_{D \text{ induzido}} = \frac{1}{2} \times C_D \times \rho \times A \times v^2 (-\hat{i})$, em newtons, onde $\hat{i}$ é o vetor unitário na direção Ox).

Aplicada ao centro de empuxo, CE , a resultante vetorial das resistências, F_r ($F_r \equiv F_{D \text{ aparente}} \equiv F_{D \text{ real}}$), gerada pela ação conjunta dos ventos real e induzido como já fora dito, limitar-se-á a figura da questão 143 a seguir, as forças de arrastos reais $+ F_{D \text{ real}}$ ou $- F_{D \text{ real}}$, enquanto houver vento ($F_{D \text{ real}} \neq 0$ newton), visto que na situação presente do *atleta modelo*, em repouso, somente esta condição seja admitida.

143.

Situação A

Representação vetorial conjunta das forças peso, P , normais N_d e N_e , de pressão, F_p , de empuxo E , de atrito estático, F_{ae} e resistência do ar, F_r , contra o movimento, que agem no *atleta modelo*.

Situação B

Representação vetorial conjunta das forças peso, P , normais N_d e N_e , de pressão, F_p , de empuxo E , de atrito estático, F_{ae} e resistência do ar, F_r , a favor do movimento, que agem no *atleta modelo*.

144. A estrutura (a) da questão, apresenta uma força de resistência real, F_{real} , devido a uma rajada fictícia tridimensional de vento cruzado cujas componentes F_L , $F_{D\ lateral}$ e F_D , são respectivamente as forças de sustentação, de arrasto lateral e de arrasto frontal ou simplesmente arrasto. Esta força de resistência real, F_{real} , somada vetorialmente a força de arrasto induzida, $F_{induzida}$, conduz a resultante vetorial de arrasto aparente, $F_{aparente}$, ou meramente força de resistência, F_r , cuja direção passa pelo centro de empuxo, CE , do *atleta modelo*, de modo que:

$$F_r = F_{aparente} = F_{induzida} + F_{real}$$

Portanto, ao se supor uma condição geral admitiu-se o *atleta modelo* em movimento, acarretando assim, a força de arrasto induzida, $F_{induzida}$, ou seja, uma força de arrasto induzida diferente de zero, $F_{induzida} \neq 0$ newton, mas que será desconsiderada na medida

que o desportista se mantenha em repouso, então, $F_{induzida} = 0$ newton. Da mesma forma, tal suposição ocasiona uma força de sustentação, F_L , tão indispensável à aviação, como ilustrado²⁵⁹ abaixo (figura a seguir), ao passo que no salto em distância se torna irrelevante.



Distribuição de forças aerodinâmicas num avião.

Contrariamente, a depender de sua intensidade, a força de arrasto lateral, $F_{D\ lateral}$, pode levar o(a) atleta a afastar-se tanto lateralmente do eixo central do corredor de aproximação, a ponto de levá-lo, na finalização, a aproximar-se em demasia das bordas da caixa de aterrissagem, ensejando riscos de acidente.

Por último, a força de arrasto, F_D , no caso, de mesma direção e sentido da força de arrasto induzida, $F_{induzida}$, juntas geram, nestas condições, o desconforto de levar o(a) atleta a um esforço muscular extra por conta da demanda de suas necessidades.

Neste caso, por consequência, estendendo-se a equação anterior, tem-se:

$$F_r = F_{aparente} = F_{induzida} + (F_L + F_{D\ lateral} + F_D)$$

Diferentemente da estrutura (a), a estrutura (b) da questão não apresenta a força de sustentação, F_L ($F_L = 0$), como se pode ver e, portanto, de acordo com a pretensão, todas as forças, agora coplanares, encontram-se num plano horizontal e paralelo ao solo, seccionando assim o *atleta modelo* na altura de seu Centro de Empuxo, *CE*. Logo, a nova resultante vetorial de arrasto aparente, $F_{aparente}$, terá menos uma componente, ou seja:

$$F_r = F_{aparente} = F_{induzida} + (F_{D\ lateral} + F_D)$$

²⁵⁹ Esquema das quatro forças aerodinâmicas básicas que atuam no avião. Fonte: Disponível em: <http://www.passeiweb.com/saiba_mais/voce_sabia/como_aviao_voa>. Acesso em: 27 Jan. 2009.

Finalmente, (c) com a eliminação da força de arrasto lateral, $F_{D \text{ lateral}}$, ($F_{D \text{ lateral}} = 0$), chega-se ao caso particular estudado na questão 141, “Situação A”, onde, $F_D \equiv F_{\text{real}}$, isto é:

$$F_r = F_{\text{aparente}} = F_{\text{induzida}} + (F_D)$$

Ou, como já se havia dito, somente: $F_r = F_{\text{aparente}} = F_{\text{induzida}} + F_{\text{real}}$

145. Segue as condições necessárias:

I. Para o equilíbrio de translação:

“A soma vetorial de todas as forças deve ser zero: $\sum_i F_i = 0$ ” (ALONSO, 1972, p. 68).

Ou ainda,

$$P + N + F_p + E + F_{ae} + F_r = 0$$

II. Para o equilíbrio de rotação:

“A soma de todos os momentos relativos a qualquer ponto deve ser zero: $\sum_i \Gamma_i = 0$ ” (ALONSO, 1972, p. 68).

Ou seja,

$$P \times r_1 + N \times r_2 + F_p \times r_3 + E \times r_4 + F_{ae} \times r_5 + F_r \times r_6 = 0$$

Onde r_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) representa o vetor posição, relativo a um ponto, P , arbitrário qualquer, dos pontos de aplicação das diversas forças consideradas (ALONSO, 1972, p. 57).

QUESTÕES II. 2.2.2

146. Grandeza vetorial definida como variação temporal da posição, relativamente a um referencial adotado.

$$v = \frac{dx}{dt}$$

147. Grandeza vetorial definida como variação temporal da velocidade, relativamente a um referencial adotado.

$$a = \frac{dv}{dt}$$

148. Aceleração cuja direção e sentido concordam com o sentido arbitrado como positivo na trajetória adotada.

149. Razão entre espaço percorrido e o tempo necessário à realização do trajeto.

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

150. Segundo SOUZA et al. (2006):

“Segundo Schmidt & Wrisberg (2001) tempo de reação é o intervalo de tempo que decorre entre apresentação de um estímulo não - antecipado até o início da resposta da pessoa. O tempo de reação também representa o tempo que um indivíduo leva para tomar decisões e iniciar ações, portanto, representa uma medida do indicador da velocidade de processamento de informação, sendo assim, é uma das medidas mais importantes da performance humana em muitas situações.

Para Magill (1998) o tempo de reação é uma medida de resultado do desempenho que indica quanto tempo uma pessoa leva para iniciar um movimento, ou ainda, é o intervalo de tempo entre um estímulo e o início de uma resposta de movimento e inclui não o movimento em si, mas somente o tempo antes do movimento começar. Para Santos (1993) o tempo de reação reflete o tempo de processamento de informações necessário para uma determinada resposta, que, por sua vez, permite fazer inferências sobre os mecanismos subjacentes que envolvem tal tarefa; em termos de performance quanto menor for o tempo de reação maior a eficiência dos mecanismos e processos centrais.

Segundo Weineck (2000) sob tempo de reação compreende-se aquele tempo que decorre desde a apresentação de um sinal até o início de uma reação.”

151. No texto, fala-se da “capacidade de reação dos corredores” no Atletismo, contudo, parece razoável a descrição apresentada por LIMA et al. (2004) para “capacidade de reação de atletas” do Judô, quando afirma que:

“A capacidade de reação a estímulos externos [como, por exemplo, o comando das largadas nas provas do Atletismo], conhecida como velocidade de reação motora ou tempo de reação (TR), é o intervalo de tempo entre o momento da apresentação do sinal externo e o início da resposta muscular apropriada (SCHMIDT, R. A. apud LIMA et al., 2009), sendo essencial para competidores de judô [e outros, de um modo geral].”

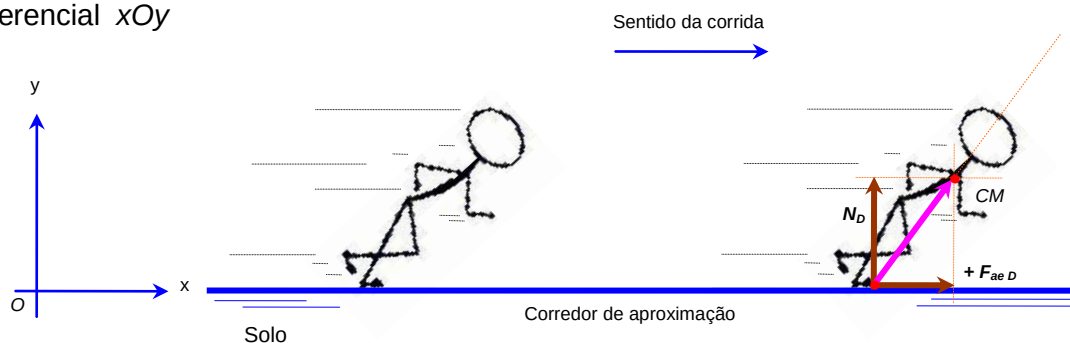
152. Na figura desta questão, a linha sinuosa horizontal superior, A, corresponde a um pé e a linha sinuosa horizontal inferior, B, ao outro. Em cada horizontal, indistintamente, os

intervalos retos definidos pelas semirretas verticais simbolizam as ocasiões em que o pé, indiferentemente de qual, toca o chão e os intervalos com arcos simbolizam as ocasiões em que o pé, *A* ou *B*, move-se sem apoio. O esquema ainda mostra nos intervalos de tempo $\underline{a}$ e $\underline{c}$ ambos os pés apoiados no chão; no intervalo de tempo $\underline{b}$, somente o pé *B* mantém-se apoiado, enquanto o pé *A* move-se sem apoio. E concluindo, afirma PERELMAN (1971, pp. 31-32): “[...] *na medida em que se anda mais rápido, diminuem-se os intervalos de tempo [...] [a e c].*” (Tradução nossa).

153. Na desta questão, mostra-se as ocasiões (em $\underline{b}$, $\underline{d}$ e $\underline{f}$) em que o(a) corredor(a) mantém ambos os pés movendo-se sem apoio, como que a “flutuar” no pequeno lapso de tempo. Nisto, acentua PERELMAN (1971, p. 32), “[...] *consiste a diferença entre correr e andar.*”
154. Nos momentos da corrida em que ocorre o contato do pé *A* ou *B* com a pista, como sugere a figura da questão 153 acima, nos intervalos de tempo $\underline{a}$, $\underline{c}$, $\underline{e}$ etc., o(a) atleta impõe uma nova aceleração ao seu movimento por conta da reação sobre ele, gerada pela resultante vetorial constituída pelas forças normal, $\mathbf{N}$, e atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$ (BLACKWOOD, 1971, p.175) ou, como anteriormente ressaltado, o(a) atleta fica submetido a uma aceleração positiva — e sempre positiva — a menos que por uso às vezes inadequado da sapatilha-de-prego a força de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$, imprimida, tenha seu sentido invertido, podendo causar, de imediato, a queda do(a) atleta. Note-se que a inversão dos sentidos de qualquer uma das forças de atrito estático, $+\mathbf{F}_{ae D//}$ e $-\mathbf{F}_{ae E//}$, indicadas nas figuras da questão 143, possibilitará o *atleta modelo* de cair, conduzindo-o ao solo de decúbito ventral ou de decúbito dorsal, respectivamente, deduz-se.

155.

Referencial xOy

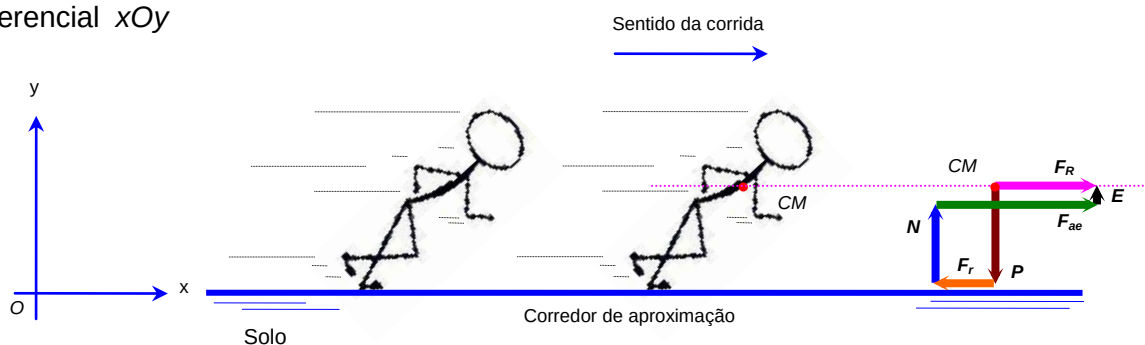


Representação vetorial da composição das forças normal, $\mathbf{N}$, e força de atrito estático, $\mathbf{F}_{ae}$, atuando sobre o *atleta modelo*.

156. Se a força de atrito estático, F_{ae} , imprimida, tiver seu sentido invertido, poderá causar, de imediato, a queda do(a) atleta. Note-se que a inversão dos sentidos de qualquer uma das forças de atrito estático, $+F_{ae} D //$ e $-F_{ae} E //$, indicadas nas figuras da questão 130, possibilitará o *atleta modelo* de cair, conduzindo-o ao solo de decúbito ventral ou de decúbito dorsal, respectivamente, deduz-se.

157.

Referencial xOy



Composição vetorial das forças peso, P , normais N_d e N_e , de pressão, F_p , de empuxo E , de atrito estático, F_{ae} e resistência do ar, F_r , contrário ao movimento, que atua sobre o *atleta modelo*.

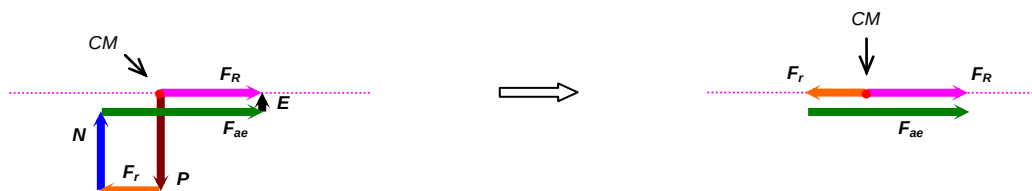
158. Para uma massa constante, como se admite ser a massa, m , do *atleta modelo*, assim poderá ser escrita:

$$F_R = P + N + F_{ae} + E + F_r = m \times a_R$$

onde, F_R é a propalada força resultante, m a massa do *atleta modelo*, a_R a aceleração resultante e P , N , F_{ae} , E , e F_r as demais forças consideradas.

159. Se a força normal, N , em módulo, for igual à intensidade do peso próprio, P ($|N| = |P|$ ou simplesmente $N = P$), isto implicaria, a princípio, em se ter o empuxo, E , igual a zero ($E = 0$), levando o referido modelo a um estágio simplificado (irreal, portanto) no qual se desprezaria todos os efeitos causados pela atmosfera terrestre.
160. Por outro lado, em se considerar num novo modelo, o módulo da força normal, N , elaborado no esquema da referência adotada (questão 157), a ser maior do que a intensidade do peso próprio, P ($|N| > |P|$ ou somente $N > P$) e, como consequência, admitir o empuxo, E , a ter sentido contrário ($-E$), deixaria este, portanto, de ser empuxo por contrariar a definição dada anteriormente. Seria como se ter a força de sustentação, F_L , atuando às avessas, relembra o autor.

161. Apesar das conjecturas analisadas acima (questões 158, 159 e 160) serem ou não factíveis, as forças que contribuirão diretamente para a solução encontrada, neste caso, serão efetivamente a força de atrito estático, F_{ae} , e a força de resistência do ar ou arrasto, F_D , como demonstra-se a seguir.



Versão simplificada da composição das forças que atuam sobre o *atleta modelo*.

162. Logo, a equação da questão 158 pode ser reduzida, sem embargo, à equação disposta como segue:

$$F_R = F_{ae} + F_r = m \times \frac{dv}{dt} \quad u_R = m \times a_R$$

onde, por $\frac{dv}{dt}$ representa-se a variação temporal da velocidade e por u_R o unitário na direção da força resultante.

163. Os(as) atletas precisariam manter suas velocidades máximas dentro dos valores limitados por tais forças de reação, para assim, evitarem escorregões. Isto, a princípio, traria inconvenientes quanto a melhoria de novas marcas ou recordes. Portanto, parece razoável admitir, quando nada como hipótese, que estes atletas não vêm conseguindo superar o valor máximo do atrito estático, $F_{ae M}$, tanto assim, que não se tem constatado casos ou mesmo relatos de deslizamentos (escorregadelas do pé para trás) que contradigam tais observações, corroborando assim, enquanto fatos, a adoção de um valor desconhecido ψ^{260} (cf. questão 164), a ser perquisado.
164. Os parâmetros contidos na expressão da força de arrasto, $F_D = F_D (C_D, \rho, A, v)$, parecem exigir que se leve em conta o fato notório de que, enquanto corre, a área transversal, A , do corpo do(a) atleta não permanece constante, já que depende da inclinação em relação a pista, enfatizada nas Figuras das questões 155 e 157, e esta inclinação muda ao longo do percurso; do movimento coordenado e sincronizado de seus membros superiores e inferiores que por vezes, no decorrer da disputa, deslocam-se em diferentes padrões e ainda contribuem para a manutenção do movimento combinado da translação e da

²⁶⁰ Lê-se: psi.

oscilação do plano frontal do corpo do(a) saltador(a) e do movimento discreto mas excêntrico de sua cabeça, afora o equilíbrio fluidodinâmico proporcionado pela atuação singular dos olhos e dos ouvidos. Por outro lado, a forma (ζ), o volume (V), a posição ($s = s(x, y, z, t)$) e a velocidade (v) de seu corpo, que estão contidos no cálculo do coeficiente de resistência, C_D^{261} , além das propriedades do fluido (pressão dinâmica ($\frac{1}{2} \rho v^2$), massa específica (ρ), viscosidade (η)...), todos variam, mesmo que por suas respectivas ordens de grandezas tais variações sejam desprezíveis.

QUESTÕES II. 2.2.3

165. Ao chutar a bola de futebol ou *futsal*, ao rebater com a raquete a bola de tênis, ao golpear com o taco a bola de golf, ao tocar com o pé de impulsão a tábua de salto, os atores experimentam como em tantas outras modalidades, as consequências de tais ocorrências momentâneas.
166. O choque mecânico pode ser entendido como o tipo de interação entre dois ou mais corpos rígidos quando estes colidem suas superfícies ao entrarem em contato mútuos. A colisão seria o nome dado ao choque entre partículas que ao interagirem aproximam-se uma da outra.
167. Em semelhantes ocasiões, como também acontece na natureza, “[...] *as forças atuantes estão variando rapidamente em direção e grandeza*”, assegura FERENCE JR. et al. (s/d, p. 101). Quando isto se dá,

“As forças exercidas por um dos corpos sobre o outro [denominadas forças internas] são frequentemente muito mais intensas que quaisquer forças externas presentes [produzidas por terceiros], e o tempo de duração [...] [do choque mecânico em particular] é tão pequeno que os corpos não se movem, apreciavelmente, durante ele”. (TIPLER, 1978, p. 266 seq.).

168. Esta quase imobilidade dos corpos, denominada “[...] *aproximação do impulso*”, não deixa de ser uma aproximação justificável pelo fato de a força impulsiva média, $F_{I\ m}$, ser “[...] *muito maior que qualquer outra força e [o intervalo de tempo] Δt muito pequeno, de modo a não haver praticamente movimento durante [o choque mecânico citado]*” (TIPLER, 1978, p. 272).

Quanto a mencionada “[...] *força impulsiva*”, F_I (ERENCE JR. et al., s/d, p. 107; KELLER et al. 1997, p. 255), como assim é chamado algumas vezes o impulso, I , diz KELLER et

²⁶¹ Cf. SCHIOZER, D.; *op. cit.*, p. 491

al. (1997, p. 255) ser esta “[...] uma força de grande módulo que existe apenas por um curto intervalo de tempo.”. Já o impulso ou impulsão, I , é esta a grandeza física que caracteriza os efeitos desta força efêmera.

169. Da mesma forma, segundo o “teorema do impulso” descrito por GOLDEMBERG (1977, p. 149), o “[...] impulso da força [...] [I] no intervalo [...] [de tempo $\Delta t = t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}}$] é igual à variação da quantidade de movimento [Δp] da partícula [ou corpo] no intervalo de tempo [Δt] no qual a força [F] atue.”.

170. Esta variação da quantidade de movimento (ou momento linear ou *momentum*), Δp ,

“[pode ocorrer] [...] quando há uma variação na massa de um objeto [(o corpo em observação)], ou na sua velocidade, ou em ambos. Se o momentum muda enquanto a massa se mantém constante [conforme se supõe permanecer a massa do(a) atleta e], como [o] é na maioria dos casos, então a velocidade muda. Ocorre aceleração. E [...] [quem] produz a aceleração [...] é [a força de impulsão, F_I , no caso em estudo, provocada pelo atleta modelo, na tábua de impulsão]” (HEWITT, 2002, p. 99).

171. Assim, utilizando-se da segunda lei de Newton (1642-1727), $F = \frac{d}{dt}(p) = \frac{d}{dt}(m \times v)$, para uma força, F , dependente do tempo, t , ($F = F(t)$), e da “[...] ideia de momento [linear] como o fator central e controlador em casos de impactos [,] descoberta pelo físico inglês John Wallis [(1616-1703)]” (FERENCE JR. et al., s/d, p. 103), pode-se escrever, como o fazem conjuntamente TIPLER (1978, p. 268) e GOLDEMBERG (1977, p. 149), que

$$I = \int_{t_{\text{inicial}}}^{t_{\text{final}}} F \, dt = \int_{t_{\text{inicial}}}^{t_{\text{final}}} \frac{d}{dt} p \, dt = m \int_{t_{\text{inicial}}}^{t_{\text{final}}} \frac{d}{dt} v \, dt = \Delta p$$

172. Ou, de um modo mais simples,

$$I = \Delta p = m \times (v_{\text{final}} - v_{\text{inicial}})$$

onde, por v_{inicial} e v_{final} representam-se as respectivas velocidades em t_{inicial} e t_{final} , como descrito no “teorema do impulso”.

173. Nota-se nitidamente uma considerável deformação na bola. Tal deformação, contudo, ilusoriamente não se vê no taco. Outro detalhe nada patente, mas razoável de se admitir, diz respeito ao barulho que semelhante tacada deve ter produzido no ambiente do evento. Menos evidente, talvez, todavia não menos digno de menção, seja a sensível porém indelével alteração na temperatura dos dois corpos ou ainda, os efeitos incômodos

da percussão que levam jogadores de tênis, beisebol e outros afins a, por exemplo, “[...] segurar o taco [de beisebol] pelo centro de percussão no sentido de evitar a desagradável sensação da reação do taco quando ele atinge a bola.” (ALONSO, 1972, p. 307).

174.

<i>Energias antes do choque</i>	<i>Energias depois do choque</i>
$E_A = E_x + E_y + E_\Delta + Q$	$\rightarrow E_D = E'_x + E'_y + E'_\Delta + Q'$
<i>Discriminação</i>	<i>Discriminação</i>
$E_x = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_x^2$	$E'_x = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v'^2_x$
$E_y = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_y^2 + m \cdot g \cdot h$	$E'_y = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v'^2_y + m \cdot g \cdot H$
$E_\Delta = \text{energia disponível}$	$E'_\Delta = \text{energia disponível}$
$Q = \text{energias dissipadas}$ (deformações, vibrações, calor etc.)	$Q' = \text{energias dissipadas}$ ($Q' \neq Q$, em valores)

175. O choque com o pé/perna de impulsão do *atleta modelo* na tábua de impulsão provocará perdas de energia pela propagação de vibrações mecânicas transversais (barulho), pela repercussão de vibrações mecânicas pelos tecidos do corpo do(a) atleta (sensivelmente na perna em questão), pela troca de calor sensível (de pouca relevância, no caso) e pelas deformações dos conjuntos “pé com sapatilha-de-prego” e “tábua com plasticina”, inclusive com falha do(a) competidor(a) (seguida de punição), quando da deformação permanente da camada de plasticina, num dos casos de “queima” do salto por “tocar o solo além da linha de medição com [a sapatilha] [...]”, “Regra 185 1.(a)” (CBAt, 2002-2003, p. 144; FAERGS, 2006-2007, p. 31)^{262,263}.

176. Pelo exposto, portanto, das seis forças estudadas, peso próprio (**P**), normal (**N**), atrito estático (**F_{ae}**), empuxo (**E**), resistência do ar (**F_r**) e força de pressão atmosférica (**F_p**), apenas as forças normal (**N**) e de atrito estático (**F_{ae}**) enquadram-se, neste acontecimento, como forças internas.

177. As demais (peso próprio (**P**), empuxo (**E**), resistência do ar (**F_r**) e força de pressão atmosférica (**F_p**)), então, classificam-se como forças externas. Inclusive a força de resistência do ar (**F_r**), a única que dentre aquelas, de súbito, por uma rajada abrupta e

²⁶² Confederação Brasileira de Atletismo: regras oficiais de atletismo, *op. cit.*, p. 144.

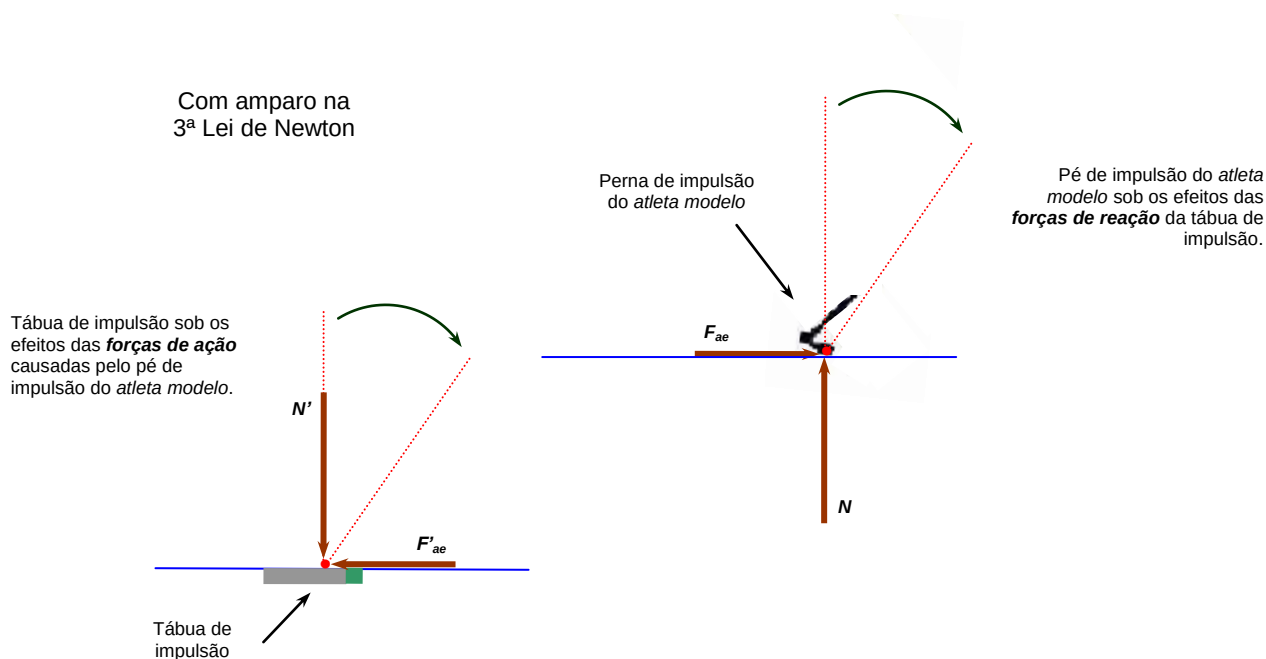
²⁶³ FAERGS – Federação de Atletismo do Estado do Rio Grande do Sul, *op. cit.*, p. 31.

sem precedentes, poderia criar uma situação de impossibilidade à conservação da quantidade de movimento e levar, segundo FERENCE JR. *et al.* (s/d, p. 105), “[...] a soma vetorial dos momentos [lineares do sistema “pé do atleta modelo – tábua de impulsão com plasticina” ou por extensão, “atleta modelo (como um todo) – tábua de impulsão”] [...], [imediatamente] antes e [imediatamente] depois do [...] [choque, a] não [ser] [...] a mesma.”. O que ocorrendo, levaria a uma não conservação da quantidade de movimento, ou seja, neste caso, o momento linear imediatamente antes do choque seria diferente do momento linear imediatamente depois do choque, sendo assim expresso: $\Delta \mathbf{p}_{\text{antes}} \neq \Delta \mathbf{p}_{\text{depois}}$, argumenta o autor.

$$178. \quad \sum \mathbf{p}_{\text{antes}} = \sum \mathbf{p}_{\text{depois}} \Rightarrow \underbrace{m \times \mathbf{v} + m_T \times \mathbf{v}_T}_{\text{Antes}} = \underbrace{m \times \mathbf{v}' + m_T \times \mathbf{v}_T'}_{\text{Depois}}$$

$$I = \Delta \mathbf{p} = m \times (\mathbf{v}' - \mathbf{v}) = m \times [(\mathbf{v}'_x + \mathbf{v}'_y) - (\mathbf{v}_x + \mathbf{v}_y)]$$

179.



Ação e reação das forças normal, N , e força de atrito estático, F_{ae} .

180. Essas energias, oriundas de processos bioquímicos, estariam, desta forma, distribuídas de maneira a consignar a necessária demanda de sustentabilidade. Assim, as perdas pelo choque no ato da impulsão, bem como aquelas pequenas dissipações sucessivas dos choques no espaço da corrida, teriam a possibilidade de serem compensadas.

Em outros termos, as energias em parte se compensariam, pressupõe-se, de modo a garantir a execução sequenciada das etapas. Deste modo, seus valores imediatamente antes e imediatamente depois do choque, devido a força de impulsão, F_i , relacionariam-se como mostra a questão 174, presume-se:

181.

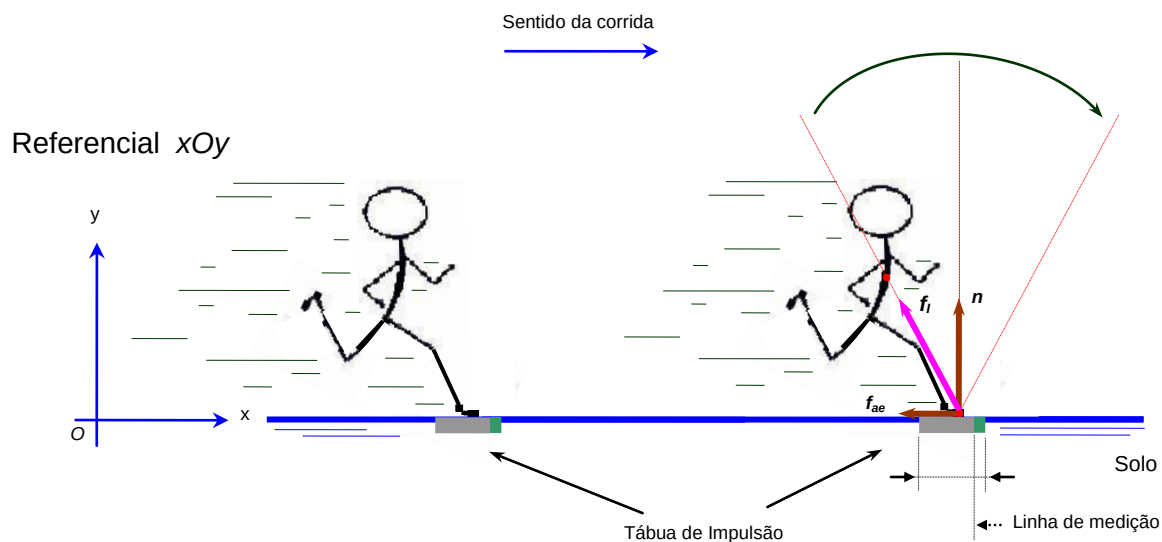
$$\Delta E_c = -\frac{1-e^2}{2} \times \frac{m \times m_T}{m + m_T} \times (v - v_T)^2$$

Onde,
$$e = \frac{v'_T - v'}{v - v_T}$$

182. Na equação da questão anterior (181), se $e > 1$, então $-\frac{1-e^2}{2} > 0$, logo ΔE_c .

183.

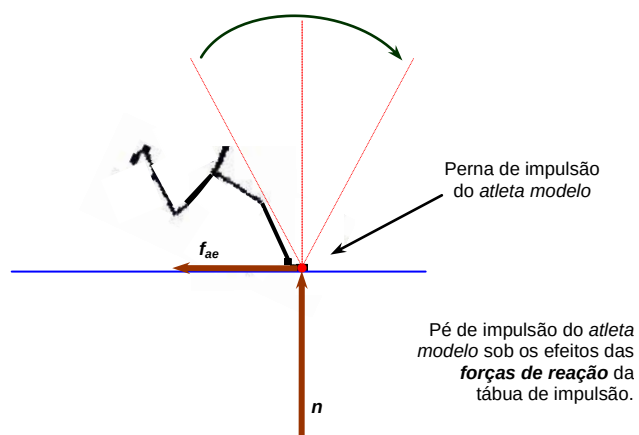
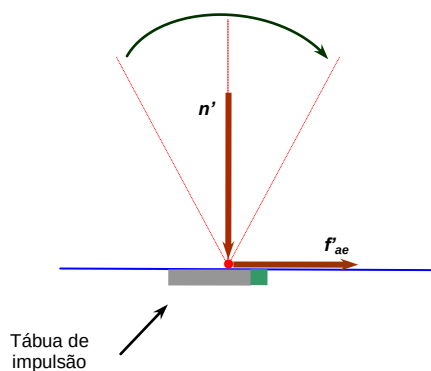
“Se, inicialmente, o pé de apoio do(a) atleta empurrar o chão para à frente, com uma força de atrito, f_{ae} , no sentido da corrida, induzindo sobre si, assim, um atrito estático de reação da tábua, f_{ae} , de sentido contrário ao da corrida, a soma temporária, $f_{ae} + n$, deste atrito com a reação à normal, n' , imprimida para baixo, perpendicularmente a tábua, deverá, inevitavelmente, fazer com que surja uma força de impulsão, f_i , indesejável ao avanço, mas que deveria ser evitada ou, quando nada, minimizada. Deste modo, mesmo com retardo, este impulso desfavorável que prossegue enquanto o CM avança ao girar em torno do ponto de apoio, tenderia, por força da inércia do corpo ainda em movimento, colocar o(a) atleta naquela posição limiar ideal proposto por Ray e que, se supõe, deva ser atingido pelos(as) atletas de elite.” (Figuras a seguir)



Representação vetorial da composição das forças normal, N , e força de atrito estático, F_{ae} , atuando sobre o *atleta modelo* no instante do choque com a tábua de impulsão.

Com amparo na 3ª Lei de Newton

Tábua de impulsão sob os efeitos das **forças de ação** causadas pelo pé de impulsão do *atleta modelo*.



Ação e reação das forças normal, N , e força de atrito estático, F_{ae} .

QUESTÕES II. 2.2.4

$$184. v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{100,00m}{9,69s} \cong 10,32m/s \cong 37,2km/h$$

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{200,00m}{19,30s} \cong 10,36m/s \cong 37,3km/h$$

185. Considerando a aceleração local da gravidade, g , em Pequim, no valor de $980,1551 \text{ cm/s}^2$, a 59 metros acima do nível do mar e nas coordenadas $39,92^\circ \text{ N}$ e $116,38^\circ \text{ L}$ e para um ambiente “ideal”, ou seja, sem ar atmosférico que possa oferecer resistência devido a força de resistência do ar, F_r ; o valor encontrado para A_M , levando em conta o erro de propagação inerente, será de aproximadamente $(10,87 \pm 0,02)$ metros, como se vê abaixo:

$$A_M = \frac{v_0^2}{g} = \frac{(10,32m/s)^2}{(980,1551cm/s^2)} = \frac{(10,32m/s)^2}{(980,1551 \times 10^{-2}m/s^2)} \cong 10,87m$$

Levando em conta o erro de propagação inerente a expressão utilizada para A_M , temos:

$$\frac{\Delta A_M}{A_M} = \left(\frac{2 \times \Delta v_0}{v_0} + \frac{\Delta g}{g} \right) = \left(\frac{2 \times 0,01m/s}{10,32m/s} + \frac{0,000001m/s^2}{9,801551m/s^2} \right) \cong (0,002 + 0,0000001) \cong 0,002$$

Logo, o erro absoluto devido será de:

$$\Delta A_M = \left(\frac{\Delta A_M}{A_M} \right) \times A_M = 0,002 \times 10,87m \cong 0,02m$$

Daí, $A_M \pm \Delta A_M = (10,87 \pm 0,02)m$

186. O resultado teórico encontrado na questão anterior (185), encontra-se a 1,92 metros ($\approx 21,4\%$) acima do atual recorde mundial de 8,95 metros, devido a Mike Powell, e a 1,97 metros ($\approx 22,1\%$) acima do recorde mundial anterior, alcançado por Bob Beamon.
187. Excetuando-se conjecturas sobre performances atléticas incertas que não de vir, ou injustas comparações entre desempenhos em períodos de tecnologias distintas, ou ainda perspectivas do potencial humano que se possam trazer consigo, só resta reavaliar as “[...] hipóteses de que a resistência do ar pudesse ser desprezada, [as quais] claramente não se aplica a experimentos feitos em laboratórios” (HALLIDAY, et al., 1991, p. 55). Da mesma forma, investigar o que possa estar a reduzir a velocidade, v'_x , imediatamente após o choque, talvez por conta da área transversal, A , do corpo do(a) competidor(a),

exposta devido ao estilo do salto adotado ou por sua postura no “voo”. Ou ainda, levar em conta as sutilezas das propriedades do meio na determinação das ações da força de resistência do ar, F_r . Pesquisar o ângulo de lançamento, α , mais apropriado ao peso próprio, P , do(a) atleta e ao alcance máximo, A_M , desejado e também, não subestimar a dependência da aceleração local da gravidade, g , com a latitude e a altitude. Por fim, entender que “[...] [pode] parecer surpreendente, mas ‘nenhum’ problema de Física [...] [poderá] ser resolvido ‘exatamente’ a despeito do número de algarismos significativos que a resposta calculada possa conter.”, como argumenta HALLIDAY, et al. (1991, p. 55).

188. Bastaria supor, como descreve HALLIDAY, et al. (1991, p. 55),

“[...] que o ar, através do qual o projétil [ou atleta modelo] se movimenta, não [exerce] [...] qualquer influência sobre o seu movimento, [vindo a constituir-se em] uma hipótese razoável para velocidades baixas. Entretanto, conforme a velocidade cresce, a discrepância entre os nossos cálculos e o movimento real torna-se grande.”

189. Calculando o alcance máximo, A_M , num local de latitude 0° onde, de acordo com a resposta dada à questão 16, a aceleração da gravidade mede $978,0490 \text{ cm/s}^2$, tem-se:

$$A_M = \frac{v_0^2 \times \sin 2\alpha}{g} = \frac{(160 \text{ km/h})^2 \times \sin(2 \times 60^\circ)}{978,0490 \text{ cm/s}^2} = \frac{\left(\frac{160 \text{ km/h}}{3,6 \text{ km/h}} \right)^2 \times \sin 120^\circ}{\frac{\text{m/s}}{\text{m/s}^2}} \cong 175 \text{ m}$$

$$h_M = \frac{(v_0 \times \sin \alpha)^2}{2 \times g} = \frac{(160 \text{ km/h} \times \sin 60^\circ)^2}{2 \times 978,0490 \text{ cm/s}^2} = \frac{\left(\frac{160 \text{ km/h}}{3,6 \text{ km/h}} \times \sin 60^\circ \right)^2}{2 \times 978,0490 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2} \cong 75,7 \text{ m}$$

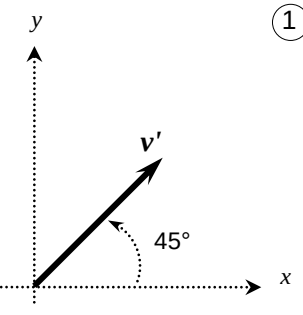
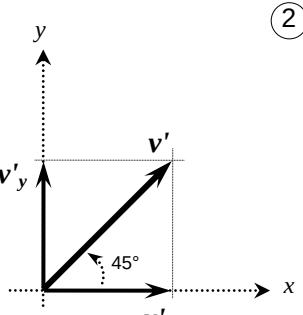
$$t = 2 \times t_m = \frac{2 \times v_0 \times \sin \alpha}{g} = \frac{2 \times (160 \text{ km/h}) \times \sin 60^\circ}{978,0490 \text{ cm/s}^2} = \frac{2 \times \left(\frac{160 \text{ km/h}}{3,6 \text{ km/h}} \right) \times \sin 60^\circ}{978,0490 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2} \cong 7,87 \text{ s}$$

190. Quanto ângulo de lançamento, α , apropriado ao peso próprio, P , do atleta modelo e ao alcance máximo, A_M , cobiçado, declara DYSON (1978, p. 164) “[...] [que para] distintas combinações de velocidade de aproximação e de peso [...] [o] maior ângulo possível tem que estar sempre muito abaixo dos 45° (ângulo recomendado por conduzir, por vezes, no

vácuo, ao alcance máximo).” (Tradução nossa). Semelhante afirmação, corroborada por HEWITT (2002, p. 179), sustenta que “[...] *o alcance máximo para projéteis pesados atirados por humanos é obtido para ângulos de lançamentos menores do que 45 graus — e não é por causa da resistência aerodinâmica [apenas]*”.

191.

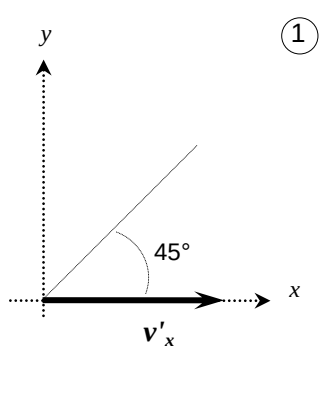
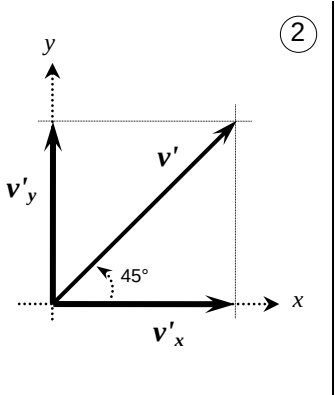
Quando a velocidade v' (com intensidade igual a 10,32 m/s) tem sua direção definida pelo ângulo α ($= 45^\circ$), relativamente a horizontal (eixo- x).

H I P Ó T E S E 1	 ①	 ②	Para $v' = 10,32 \text{ m/s}$ ③ e $\alpha = 45^\circ$ $\begin{cases} v'_x = v' \cdot \cos \alpha = 7,30 \text{ m/s} \\ v'_y = v' \cdot \sin \alpha = 7,30 \text{ m/s} \end{cases}$ Logo, $v'_x = v'_y$
	$\Delta t = 2 \cdot t_{1/2} =$ $= 2 \cdot \left(\frac{v' \times \sin \alpha}{g} \right) =$ $= 1,49 \text{ s}$ ④	$h_M = \frac{(v'_y)^2}{2 \times g} =$ $= \frac{(v' \times \sin \alpha)^2}{2 \times g} =$ $= 2,72 \text{ m}$ ⑤	⑥ $A_M = v'_x \cdot \Delta t =$ $= \frac{v'^2 \times \sin(2 \times \alpha)}{g} =$ $= 10,87 \text{ m}$

Nota: Adotou-se para g (aceleração local da gravidade) o valor de Pequim.

192.

Quando a velocidade v' tem sua direção definida pelo ângulo $\alpha (= 45^\circ)$, relativamente a horizontal (eixo- x), mas a componente $|v'_x|$ é que vale 10,32 m/s.

H I P Ó T E S E 2	 ①	 ②	Para $v'_x = 10,32 \text{ m/s}$ ③ e $\alpha = 45^\circ$ $v' = \frac{v'_x}{\cos \alpha} = 14,59 \text{ m/s}$ $v'_y = v' \cdot \sin \alpha = 10,32 \text{ m/s}$ Logo, $v'_x = v'_y$
	④ $\Delta t = 2 \cdot t_{1/2} =$ $= 2 \cdot \left(\frac{v' \times \sin \alpha}{g} \right) =$ $= 2,11 \text{ s}$	⑤ $h_M = \frac{(v'_y)^2}{2 \times g} =$ $= \frac{(v' \times \sin \alpha)^2}{2 \times g} =$ $= 5,43 \text{ m}$	⑥ $A_M = v'_x \cdot \Delta t =$ $= \frac{v'^2 \times \sin(2 \times \alpha)}{g} =$ $= 21,72 \text{ m}$

Nota: Adotou-se para g (aceleração local da gravidade) o valor de Pequim.

193. Sempre que a soma de dois ângulos de lançamento for igual a 90° , como mostra a Figura da questão e a velocidade de lançamento, v_0 , e a aceleração local da gravidade, g , se mantiverem invariáveis, pode-se conseguir, no vácuo, o mesmo alcance.
194. Seria esta orientação uma maneira indireta de levar o(a) atleta a compensar os efeitos “negativos” estabelecidos pelo ar atmosférico? Porque, para um(a) saltador(a) de altura, parece razoável a busca da máxima altura, mas para um(a) saltador(a) de distância, além de um tempo de “voo” mais longo, o que esta conquista traria, se o mesmo alcance pode ser conseguido com um ângulo de lançamento menor? Ou, já seria este ângulo de lançamento menor, aquele pretendido para a obtenção da maior altura? Perceba-se como das três elevações, a de maior componente horizontal, ou seja, a que mais contribui para “[...] a menor perda de ímpeto para a frente.” (KRING, 1975, p. 92), é justamente a curva menos elevada.
195. A talvez discreta alusão, mas de especial importância, feita ao centro de massa (CM), quando se tenta passar o quanto este “[...] se move como se estivesse concentrada nele toda a massa e todas as forças externas [ao corpo do atleta modelo] [...]” (GOLDEMBERG, 1977, p. 198), seja a interpretação dada a quase impossibilidade,

contida em si pelo estilo do salto, de alterar a trajetória do CM descrita durante o “voo”. Segundo GOLDEMBERG (1977, p. 199), “[...] apenas as forças externas determinam o movimento do centro de massa e as forças internas não afetam o movimento do CM.”. Portanto, salvo ventos violentos sobre as pequenas áreas transversais do corpo que possam de fato influir no desempenho do(a) atleta, pela força de resistência exercida pelo ar, o que justificaria a “quase impossibilidade” dita anteriormente, tal assertiva deixaria de imputar ganhos ao feito do salto.

QUESTÕES II. 2.2.5

196. No Portal do Colégio São Francisco²⁶⁴, em seu “*Glossário de Saltos Ornamentais*”, encontra-se a seguinte definição para salto mortal, não definido na respectiva “Regra 185-1d” da IAAF: “*rotação completa do corpo em uma imaginária linha horizontal [possivelmente passando pelo CM do referido corpo]*”.
197. Rigorosamente não, pois, partindo-se da definição dada na questão anterior (196), a rotação em torno da linha horizontal que passa pelo CM teria que ser completa, ou seja, teria que ter 360°, o que não ocorre num salto Fosbury.
198. Após percorrer a primeira metade do “voo” e antes de definitivamente aterrissar, o atleta poderia executar um giro de 180° em torno do eixo vertical que passa por seu CM, de modo que a aterrissagem se desse com ele de costas para o sentido original do movimento do salto ou de frente para o corredor de aproximação e, assim, pela inércia, ao proceguir na queda, não retroceder. Menos acrobática ou radical, seria aterrissar totalmente agachado, mas de maneira a impor à frente seu CM, não voltando, semelhantemente aos saltos olímpicos de Adhemar Ferreira da Silva.
199. Atente-se para o que diz Forhlich, 1980 *apud* HALLIDAY (1991, p. 250) sobre a conservação do momento angular, ao descrever um salto ornamental para frente (Figura a seguir)²⁶⁵, em que a atleta ao sair do trampolim faz uma série de rotações estéticas em direção à água.

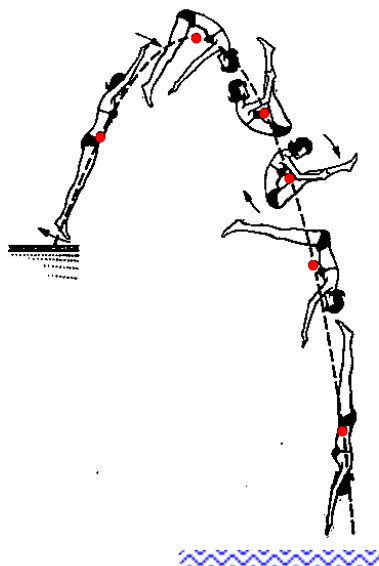
“Quando ela está no ar, a mergulhadora constitui um sistema isolado e seu momento angular não pode mais ser alterado. Aproximando o tronco das pernas e puxando as pernas, ela fica numa ‘posição dobrada’, na qual seu momento de inércia (em torno de um eixo ortogonal que passa pelo centro de massa) é consideravelmente reduzido, fazendo com que sua velocidade angular seja consideravelmente aumentada. Saindo desta posição dobrada e assumindo uma ‘posição esticada’ no final do mergulho, ela produz um aumento do seu momento

²⁶⁴ Portal São Francisco. Disponível em: < <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/natacao/glossario-de-saltos-ornamentais.php> >. Acesso em: 22 out. 2009.

²⁶⁵ Adaptada de FONTE: HALLIDAY, D.; *et al.*; *Física básica*. Rio de Janeiro. LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1991, p. 249.

de inércia, fazendo diminuir, portanto, sua velocidade angular ao entrar na água. [...] O momento angular da mergulhadora, L , permanece constante durante o salto; [...] Note também que o centro de massa da mergulhadora descreve uma trajetória parabólica (indicada pela linha tracejada).”

200. Afora os custos necessários à eficácia do arranjo, necessário seria estudar as viabilidades técnicas da pretensão.



Salto ornamental para frente, em trampolim.

201. Um amplo aproveitamento da inércia naturalmente disponível ao final do lançamento oblíquo deve possibilitar o imbricamento dos membros inferiores do *atleta modelo*, de modo a não permitir os efeitos que o leva a retroceder na queda. A impulsão mostrada na figura²⁶⁶ da questão, ocasionada no exato momento em que o(a) atleta toca a superfície arenosa, deve ser minimizada ao máximo, para tornar este choque o mais plástico possível (coeficiente de restituição, e , igual a zero), diferentemente daquele na tábua de impulsão, mesmo que por suas características, seja difícil evitá-lo.

QUESTÕES II. 3

202. Se a adoção de referencias inerciais ou galelianos não conduzir a erros consideráveis a ponto de comprometer os resultados obtidos mesmo em casos de sistemas acelerados, como é o caso da Terra, a não adoção de referenciais não-inerciais evitará o estudo das forças fictícias.

²⁶⁶ Em parte, a Figura II.33 foi montada com dados colhidos do trabalho do Professor Ms. Jéferson Vianna (UFJF). Disponível em: < <http://www.jefersonvianna.hpg.ig.com.br/atletismosaltoedistancia.PDF> >. Acesso em: 04 fev. 2008.

203. As forças de interação (ação a distância ou de ação por contato) estudadas foram: peso próprio ($\mathbf{P}$), normal ($\mathbf{N}$), atrito estático ($\mathbf{F}_{ae}$), empuxo ($\mathbf{E}$), resistência do ar ($\mathbf{F}_r$) e força de pressão atmosférica ($\mathbf{F}_p$), já as forças fictícias foram: Einstein, de Coriolis, centrífuga e de Euler.

204. Ao comentar a respeito de forças fictícias, MAIA (1977, p. 187) alerta:

*“É conveniente que você note, de partida, que forças inerciais nada tem a ver com a interação entre partículas [...] ou entre partículas e radiação, dependendo [...] apenas [...] de escolha de referencial. Mas, note [...] também [...] que, a despeito disso, forças inerciais são **reais**, no sentido de que podem produzir efeitos físicos em nada distintos dos que são produzidos por forças de interação. Como bem o diz SARD:*

Pelo fato de que não são diretamente devidas a outras partículas, as forças inerciais tem sido chamadas, também, forças fictícias. Mas, seus efeitos sobre o movimento relativo a um referencial acelerado são tão reais como aqueles das interações partícula-partícula. Centrífugas funcionam! (SARD, R. D. — Relativistic Mechanics: Special Relativity and Classical Particle Dynamics. New York, Benjamin, 1970. p. 41.)”.(Sard, 1970 apud MAIA, 1977, p. 187).

205. Ao referir-se à força de Coriolis, SILVEIRA (2000) ressalva que esta força ao atuar sobre partículas (corpos) em movimento relativo à Terra, produz acelerações sempre inferiores ao produto da velocidade desenvolvida por estas partículas (corpos) e o fator $1,5 \times 10^{-4}$. E acrescenta:

“[...] [a] força de Coriolis [...] pode produzir notáveis efeitos [em] [...] circunstâncias, como por exemplo: [...] massas que se deslocam com grande velocidade (centenas de metros por segundo) em relação à Terra — como os projéteis de artilharia. [...] [sobre] massas de ar que se movimentam com velocidades da ordem de dezenas de metros por segundo por longos intervalos de tempo, [...] [e sobre] massas que, apesar de terem baixas velocidades, se movimentam por tempos longos, quase livres de forças horizontais e perpendiculares à velocidade, exceto a de Coriolis.”.

Sobre o mesmo assunto, assegura ALONSO (1972, p. 125):

“A combinação do efeito de Coriolis com o efeito centrífugo [efeito de Eötvös], faz com que o corpo caia a sudeste [...] [da posição verticalmente baixada] no hemisfério norte e a nordeste [...] [da posição verticalmente baixada] no hemisfério sul. [Mas] [...] [esse] efeito [...] deve ser levado [...] em consideração [...] para o bombardeio de grandes altitudes [e] para mísseis balísticos intercontinentais. [...] No caso de um corpo movendo-se no plano horizontal, [...] [no] hemisfério norte, a componente horizontal [...] tende a desviar para a direita uma trajetória inicialmente reta, e [...] no hemisfério sul, para a esquerda.

Pelo exposto, parece razoável que se declare o quanto insignificantes possam ser os efeitos por ventura atribuídos às forças fictícias ou inerciais na prática deste desporto, já que para a sua eficácia os fenômenos envolvam grandes massas, grandes velocidades e grandes altitudes, contrariamente aquelas grandezas do salto em distância. A cerca disto, ao tratar das forças inerciais, inclusive as ainda não mencionadas forças de Einstein e de Euler, MAIA (1977, p. 189) narra o seguinte:

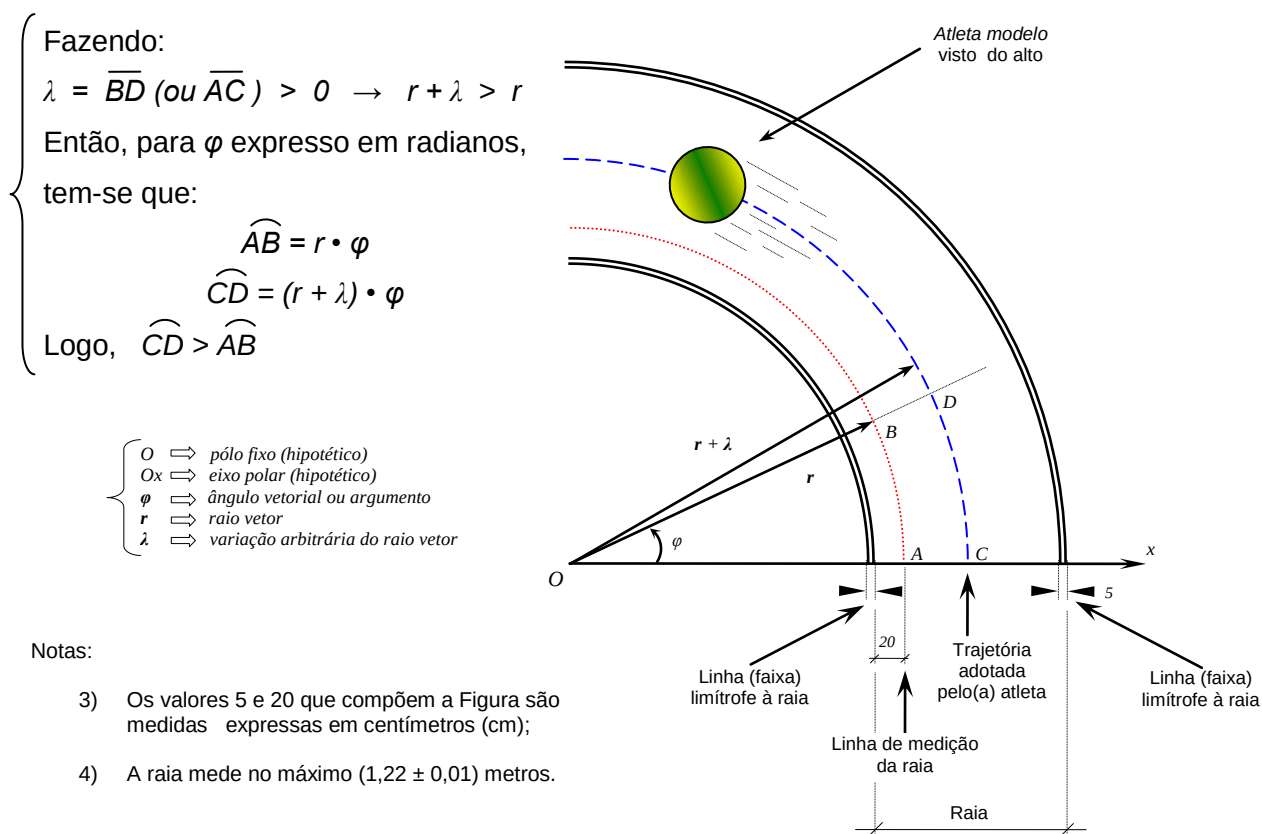
“[...] são praticamente desprezíveis as forças inerciais que atuam sobre uma partícula [corpo] situada em baixa altitude e cuja velocidade relativa à Terra não seja muito grande. Consequentemente, o erro que se comete considerando a Terra como um referencial inercial é irrelevante, [...] [é] uma atitude muito difundida, que não traz consigo nenhum erro conceitual e que facilita sensivelmente a exemplificação

CAPÍTULO III

QUESTÕES III. 1

206. Note-se o quanto afastado da borda interna da raia Bolt executa sua prova. Evidentemente um melhor posicionamento seria aquele que tangenciasse a curva, sem, contudo, levá-lo a tocar na linha que delimita as raia. Assim, não seria desclassificado como o foram seus adversários olímpicos Wallace Spearmon (americano) e Churandy Martina (caribenho) na final dos 200 metros rasos, corrida no Estádio Olímpico conhecido como “Ninho de Pássaro”.
207. Atente-se para as competidoras das raia 3, 4 e 6, enumeradas da direita para a esquerda na figura da questão. Perceba-se como se posicionam quase no centro das respectivas raia.
208. Enquanto isto, a atleta da raia 5, em posição exemplar relativamente à raia, tangencia a curva numa bela demonstração de aproveitamento deste recurso.

209.



Trecho esquemático da curva de uma pista oficial de Atletismo.

$$210. \quad v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{200,00m}{22,64s} \cong 8,83m/s \cong 31,8km/h$$

211. Modelo da Pista Oficial de Atletismo²⁶⁷.

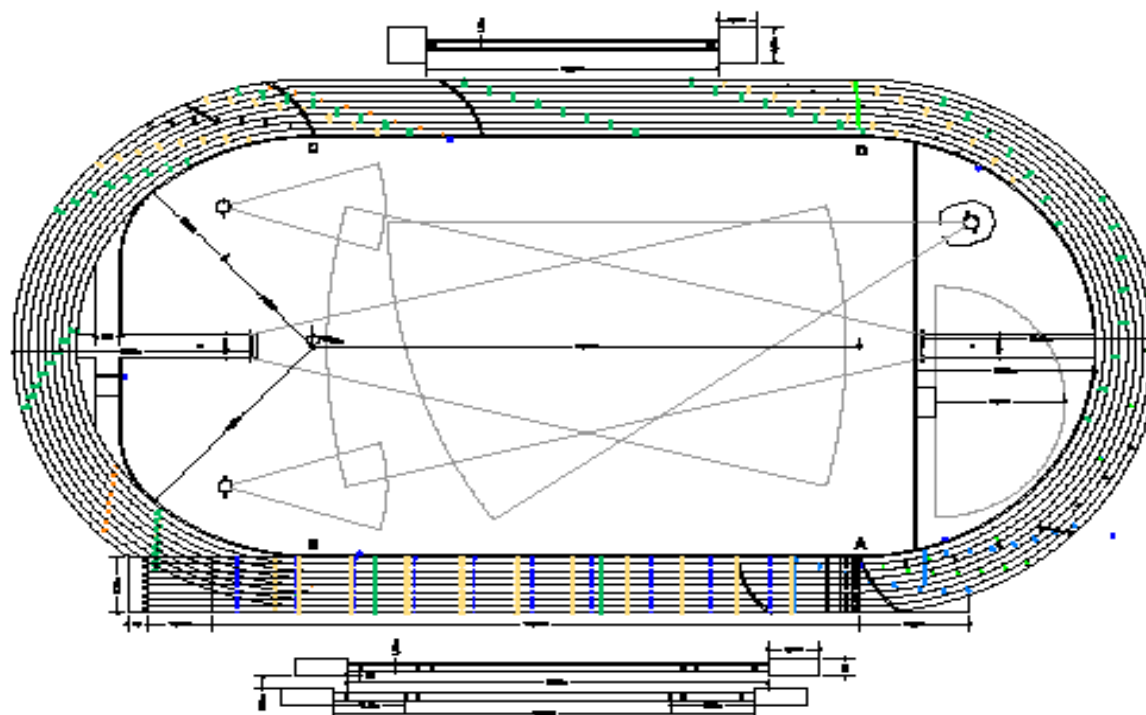
²⁶⁷ Disponível em: < http://www.cbat.org.br/pistas/pista_oficial_cbat.pdf >. Acesso em: 18 mai. 2009.



• • • • •

[illegible]

www.mhhe.com/psychology

[illegible]

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO

PISTA DE ATLETISMO OFICIAL IAAF - 8 RAMAS

Page **TARDOT**

[illegible]

--	--

212. Em cada uma das retas mede-se o valor de 84,39 metros, enquanto em cada uma das curvas o valor de 115,61 metros (verificação efetuada segundo os dados da CBAAt, relativamente a “*Pista Oficial de Atletismo*”²⁶⁸).
213. O ângulo γ (gama) tem o valor de $42,5039^\circ$ ($\approx 0,741833$ rad). Logo, com base no ângulo raso, a soma dos ângulos α (alfa), β (beta) e γ (gama), dá 180 graus, ou seja, $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$. De fato, se $\alpha = \gamma$, chega-se a um valor para β igual a $94,9922^\circ$ ($\approx 1,65793$ rad), ao se considerar a precisão mantida pelos seis algarismos significativos em questão.

Agora, recorrendo-se a expressão: $s = r \cdot \gamma$, do “[...] número de ‘raios’ contido no arco s [da circunferência de círculo] subtendido pelo ângulo central [...] [γ , em radianos]” (THOMAS, 1970, p. 180), e levando-se em conta que a linha de medição afasta-se da borda interna da curva em 30 centímetros na primeira raia, aproximam-se então da medida deste arco de 27,30 metros, com um raio total de 36,80 metros, já incluídos os 30 centímetros a mais.

Daí, para o arco relativo ao ângulo β e o mesmo raio r de antes, tem-se outro arco s' medindo cerca de 61,01 metros. Portanto, toda a curva, da tangente B a tangente C , no sentido horário, mede nada menos que 115,61 metros, ou seja, $2 \times 27,30 \text{ m} + 61,01 \text{ m} = 115,61 \text{ m}$.

214. Para conferir este resultado, dobra-se o valor de 115,61 metros devido às duas curvas e, da mesma forma, dobra-se o valor de 84,39 metros referente às duas retas que completam a volta da prova dos 400 m rasos e, com efeito, constata-se a identidade, pois $2 \times 115,61 \text{ m} + 2 \times 84,39 \text{ m} = 400,00$ metros.
215. Por conseguinte, se nesta primeira raia o(a) atleta resolver correr ao longo da linha média, estará acrescentando ao raio de 36,80 metros, mais 31 centímetros. Ou seja, o novo raio será de 37,11 metros. Com isto, o comprimento da curva também aumenta indo agora para 116,58 metros.
216. Haverá um incremento de 97 centímetros ou em torno de 0,83% da curva. Por extensão, para todas as outras raias, a elevação chegaria a 1,27 metros ou 1,09% da curva, aproximadamente, já que para as sete raias externas a linha de medição situa-se a 20 centímetros do arco interno das respectivas raias.

²⁶⁸ Pista Oficial de Atletismo. Disponível em: < http://www.cbat.org.br/pistas/pista_oficial_cbat.pdf >. Acesso em: 18 mai. 2009.

217. A partir de 2004, “Regra 160.4” (FAERGS, 2006-2007, p. 12)²⁶⁹, as raias foram reduzidas de $(1,25 \pm 0,01)$ metros (CBAt, 2002-2003, p. 97)²⁷⁰ para no máximo $(1,22 \pm 0,01)$ metros, cada uma.

Atenção: Da questão anterior (217), inclusive, a questão 227, na ordem, todas as respectivas respostas podem ser encontradas na planilha a seguir.

²⁶⁹ FAERGS – Federação de Atletismo do Estado do Rio Grande do Sul. *Regras de Competições 2006 – 2007*, p. 12. Disponível em: < <http://www.faergs.org.br/REGRAS.pdf> >. Acesso em: 13 dez. 2008.

²⁷⁰ CBAt - Confederação Brasileira de Atletismo: regras oficiais de atletismo. – São Paulo: Phorte Editora, 2002, p. 97.

Tabela — Relação das Medidas Calculadas para a Curva, com 8 Raias, de uma Pista Oficial de Atletismo

<i>Ordem</i>	<i>Discriminação</i>	<i>Medidas (em metro) por Raias</i>							
		1	2	3	4	5	6	7	8
A	Raias								
B	Larguras das raias	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
C	Raios internos das raias	36,50	37,72	38,94	40,16	41,38	42,60	43,82	45,04
D	Afastamentos das bordas internas das linhas de medições da pista, nas raias	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
E	Raios das linhas de medições da pista, nas raias	36,80	37,92	39,14	40,36	41,58	42,80	44,02	45,24
F	Raios das linhas médias das raias	37,11	38,33	39,55	40,77	41,99	43,21	44,43	45,65
G	Comprimentos das curvas, sobre as linhas de medições da pista	115,61	119,13	122,96	126,79	130,63	134,46	138,29	142,13
H	Acréscimos aos comprimentos das curvas, devido aos afastamentos laterais (referência G1)	0,00	3,52	7,35	11,18	15,02	18,85	22,68	26,52
I	Comprimentos das raias na curva para a prova dos 200 m rasos, sobre as linhas de medições da pista	115,61	115,61	115,61	115,61	115,61	115,61	115,61	115,61
J	Comprimentos das curvas sobre as linhas médias das raias	116,58	120,42	124,25	128,08	131,92	135,75	139,58	143,41
K	Acréscimos aos comprimentos das raias na curva, devido às localizações das linhas médias (J1 - G1)	0,97	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
L	Acréscimos aos comprimentos das curvas, devido aos afastamentos laterais (referência J1)	0,00	3,84	7,67	11,50	15,34	19,17	23,00	26,83
M	Comprimentos das raias na curva para a prova dos 200 m rasos, sobre as linhas médias das raias	116,58	116,58	116,58	116,58	116,58	116,58	116,58	116,58
N	Valor utilizado para π na expressão: $s = r \cdot \gamma$, onde γ é expresso em radianos	3,141592654							

Fonte: Dados levantados a partir das informações contidas no modelo da Pista Oficial de Atletismo divulgado pela CBAAt. Disponível em: < http://www.cbata.org.br/pistas/pista_oficial_cbata.pdf >. Acesso em: 18 mai. 2009.

228. (1) Aumenta-se a velocidade para se manter o tempo inalterado (o que, a princípio, demandaria maior potência²⁷¹, P , visto que $P = F \times v$); ou (2) tem-se o tempo aumentado por se manter a velocidade constante (medida esta, indesejável). Há, contudo, um meio termo que também poderia ocorrer, qual seja (3) o de aumentar em conjunto tanto a velocidade quanto o tempo (perder-se-ia um pouco no tempo, porém a potência exigida seria menor). Portanto, das três hipóteses, parece que a de número um é a melhor ou, por assim dizer, menos ruim, uma vez que a pretensão é sempre a de superação. Todavia, mais arrojado seria (4) aumentar em muito a velocidade (mesmo em detrimento do desgaste), para assim superar o tempo com um novo recorde. Com isto, volta-se ao início da proposta, ou seja, basta correr no máximo, sobre a linha de medição.
229. Inegavelmente, o tempo de 22,64 segundos da velocista Verônica Campbell-Brown da Jamaica (questão 210), poderia reduzir-se para 22,53 segundos se ao invés de percorrer a curva pela sua linha média, na raia 4, ela a tivesse feito pela linha de medição da mesma raia, o que lhe daria, em conclusão, um ganho de 11 centésimos de segundo ou, em termos percentuais, 0,4859% (0,5%).
- 230.

Tabela

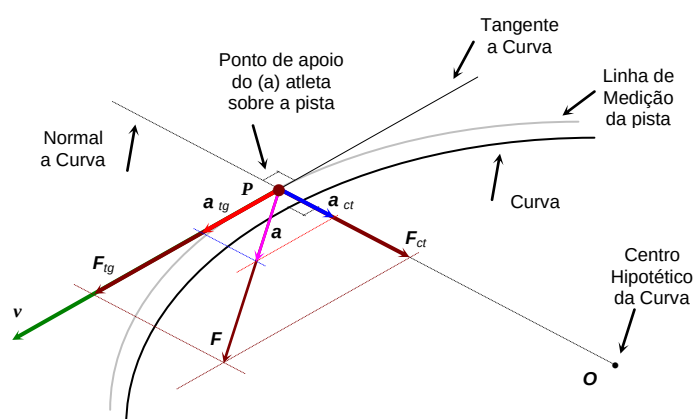
Pontos de Referência da Raia		
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
200,00 m	200,97 m	201,95 m
400,00 m	401,94 m	403,90 m

QUESTÕES III. 1.1

231. Dentre todas as forças estudadas, a força de pressão, F_p , talvez seja a única que possa ser considerada imparcial. Isto porque, até onde se percebe, esta parece não depender das características do(a) atleta quanto ao perfil, se esguio ou achaparrado. Portanto, salvo reações orgânicas individuais não tratadas na presente análise, bem como eventuais flutuações pontuais do fluxo atmosférico, passivas de ocorrerem num Estádio Olímpico, a pressão do ar atmosférico será a mesma para todos(as) os(as) competidores(as) locais.

²⁷¹ POTÊNCIA: A potência P é a taxa de transferência de energia por unidade de tempo. KITTEL, C. et. al.; *Curso de Física de Berkeley. Mecânica*, v. 1. São Paulo. Edgard Blucher, 1970, p. 138.

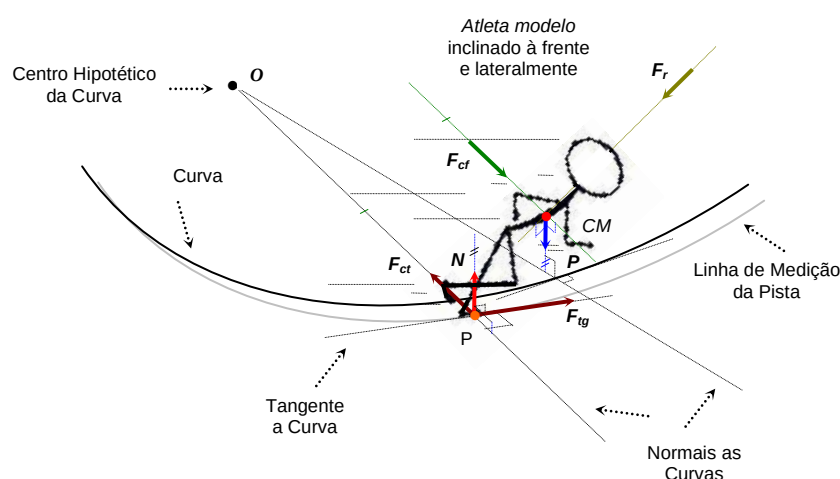
232. Por outro lado, o mesmo não se pode dizer quanto ao peso próprio, P , do(a) atleta, pois este depende da massa, m , de seu corpo e da aceleração local da gravidade, g , comum a todos(as). Do volume submerso, V_{sub} , do corpo do(a) competidor(a), além de outros parâmetros e, por consequência, o peso próprio aparente, $P + E$, também. Assim, igualmente o é a força normal, N , enquanto agente equilibrador desse peso próprio aparente. E mais, sob o mesmo ponto de vista, a força de atrito estático, F_{ae} , que depende da força normal, e por último, de acordo com os estudos realizados no presente trabalho, a força de resistência do ar, F_r , por depender da área transversal, A , do corpo do(a) corredor(a), assim como de sua velocidade, v (questão 137).
233. Com efeito, na curva, uma sétima força efetivamente se permite sentir, independentemente do(a) competidor(a). Do ponto de vista do(a) atleta, esta força age como se o(a) puxasse para fora da curva, permitindo-lhe inclinar-se contrariamente, isto é, para dentro da curva. Esta ação, justificada com outros argumentos por um observador inercial ou galeliano, se deve a força centrífuga, F_{cf} .
234. Tanto a velocidade escalar (rapidez), v , cuja variação instantânea se dá por conta da aceleração tangencial, a_{tg} , devido a equivalente componente do atrito estático, F_{ae} , situada entre a pista e o pé ou sapatilha do corredor na tangente à curva, quanto à aceleração centrípeta, a_{ct} , gerada pela componente normal (radial) do atrito estático, F_{ae} , ao longo da reta que passa pelo centro, O , da curva, são por assim dizer, em conjunto, os esteios das inclinações observadas. No esquema abaixo, arbitrariamente no ponto P da linha de medição da pista, na curva, pretendeu-se relacionar as acelerações produzidas pelas componentes normal e tangencial da força de atrito, bem como a velocidade, v , inerente a uma massa, m (do corpo do(a) atleta), supostamente constante.



Decomposição conjunta da força de atrito estático, F_{ae} , e da aceleração a , tangente a linha de medição.

235. Percebe-se na “Foto 1” (à esquerda), relativamente a “Foto 2”, uma maior inclinação lateral, isto, somente é possível devido a sua maior velocidade.
236. Adiante, na Figura, estendeu-se em detalhes ao lançar mão das forças de resistência do ar, F_r , centrífuga, F_{cf} , e do peso próprio aparente, $P + E$, num esforço para dar ao todo um aspecto tridimensional.

Assim, enquanto a componente normal, F_{ct} , do atrito estático, impede que o pé do(a) atleta derrape lateralmente para fora da curva, arrastado por inteiro pela ação real da força centrífuga, F_{cf} , e que o(a) leva a inclinar-se para dentro da curva, também contribui com a aceleração normal, a_N , incumbida de mudar a direção de sua velocidade, v . Esta aceleração, por vezes chamada de aceleração centrípeta, a_{ct} , também permite justificar a diferença entre as inclinações dos atletas na questão 235 acima (velocidade na Foto 1, maior que velocidade na Foto 2).



Forças que atuam no atleta enquanto faz a curva da pista de Atletismo.

Da mesma forma, a componente tangencial, F_{tg} , do atrito estático, não permite o escorregamento de seu pé para trás, como igualmente o faz enquanto a trajetória é retilínea, e ainda produz a aceleração tangencial, a_{tg} , responsável pela variação, aumento no caso, da intensidade da velocidade, v .

237. Na primeira equação abaixo, em módulo, a força de atrito, F_{tg} , tangente a curva, a massa, m , do(a) atleta e a aceleração tangencial, a_{tg} , ou a variação temporal da velocidade escalar, v , desenvolvida. Já na segunda equação, as grandezas velocidade escalar, v , do(a) velocista e sua massa, m , bem como o raio, R (seguimento OP , nas figuras das questões 234 e 236), da trajetória curva e a força centrípeta, F_{ct} .

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{tg} = m \times a_{tg} = m \times \frac{dv}{dt} \\ F_{ct} = m \times a_{ct} = m \times \frac{v^2}{R} \end{array} \right.$$

238. Para o técnico Ahylton da Conceição, as inclinações tanto para o lado da curva quanto para frente, deveriam ser as mais acentuadas possíveis, por isso bradava: “[...] *olhe p’ra dentro da curva...*”. Da mesma forma, ao atender o comando, o(a) atleta não só demonstrava disciplina como aprendia o quanto lhe beneficiava esta técnica, apesar da dificuldade que sentia em superar o receio de cair.

QUESTÕES III. 2

239. Algumas largadas são tensas. Exigem não somente concentração, mas antes de tudo, muito, mais muito treinamento. Mesmo assim, não raro, atletas de alto rendimento deixam de se beneficiarem quando, após a explosiva saída do bloco, zigzegagueiam durante os primeiros segundos tanto na prova dos 100 metros rasos quanto nas provas do salto em distância e salto triplo.

Contra este comportamento impróprio, o técnico Ahylton da Conceição agia com o rigor da razão. E para combatê-lo, ele incluía nos treinamentos inúmeras repetições de saída de bloco, com o bloco situado sobre a linha divisória das raias. Com isto, esperava condicionar seus atletas, inclusive o autor, a correr em linha reta, sem zigzague, não deixando, assim, que se perdessem os preciosos milésimos de segundos os quais, um percurso maior decerto encobriria. Deste modo, com mais este pequeno detalhe, contribuía para resultados desejáveis e não depreciativos.

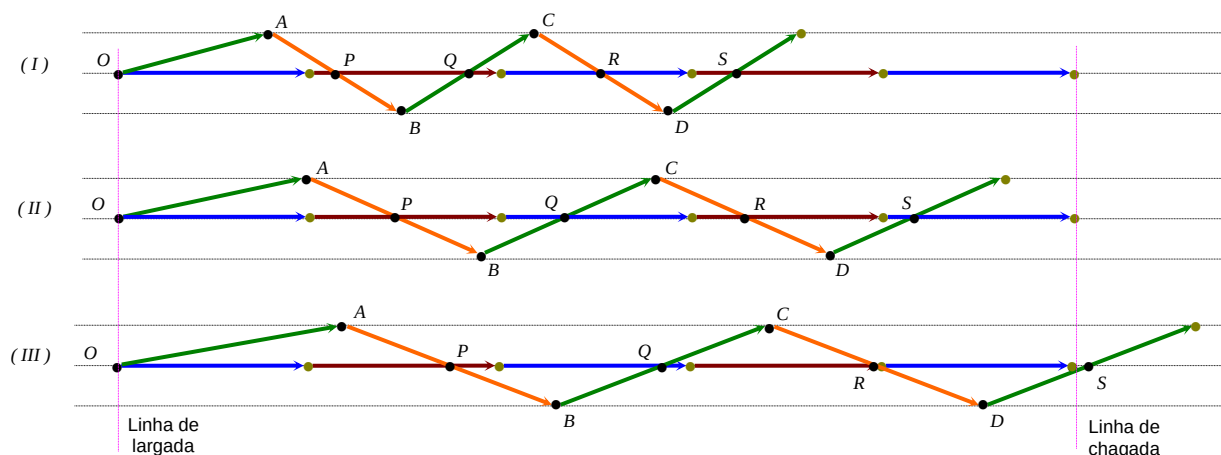
240. O vencedor será aquele que for mais veloz e percorre os 20,00 metros sem acréscimos devido a zigzagues.

$$241. \quad v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20,00m}{2,00s} = 10,00m/s = 36,00km/h$$

242. E de fato. Só que no Atletismo, as metragens já estão definidas. Sendo assim, não se computam “doações”, pois o que vale, no caso, é o menor tempo.

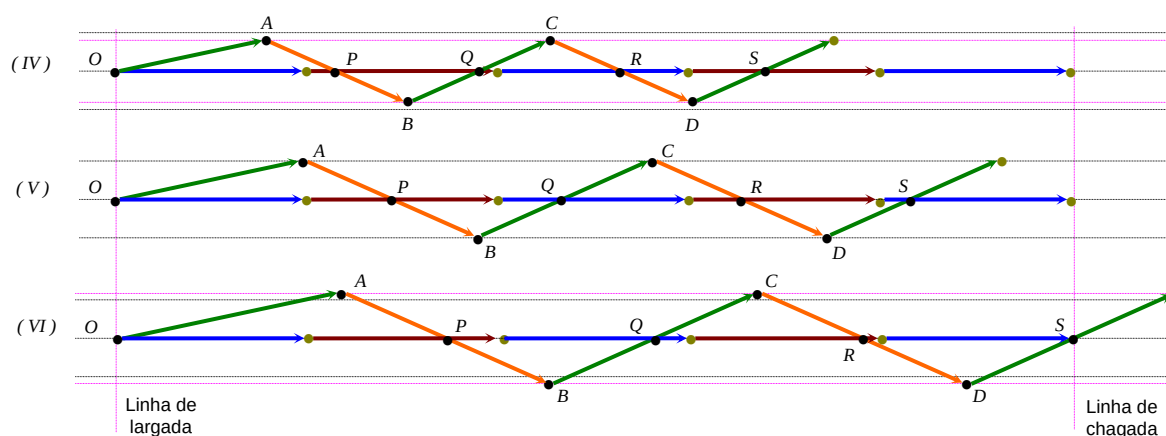
243. Segundo SERRÃO (1967, p. 38), “[...] [em] *qualquer triângulo [plano], cada lado é menor do que a soma dos outros dois e maior do que a sua diferença.*”. Assim, se a corrida em zigzague permite sequenciar triângulos no plano por seus vértices, de modo a manter o maior lado alinhado, para um número arbitrário de triângulos, a soma destes lados retos

será menor do que a soma de todos os outros dois. Daí, nas simulações de triângulos sequenciados $\triangle OAP$, $\triangle PBQ$, $\triangle QCR$ e $\triangle RDS$ (etc.), Figura a seguir, a soma dos lados OP , PQ , QR e RS (etc.), será menor que a soma dos lados OA , AP , PB , BQ , QC , CR , RD e DS (etc.). Nos esquemas I, II e III, simulam-se as superposições das trajetórias proposta na questão 239. Neles o ziguezague do *atleta modelo B*, tem amplitude constante.



Esquema da superposição, em três etapas, de corridas em ziguezague e em linha reta.

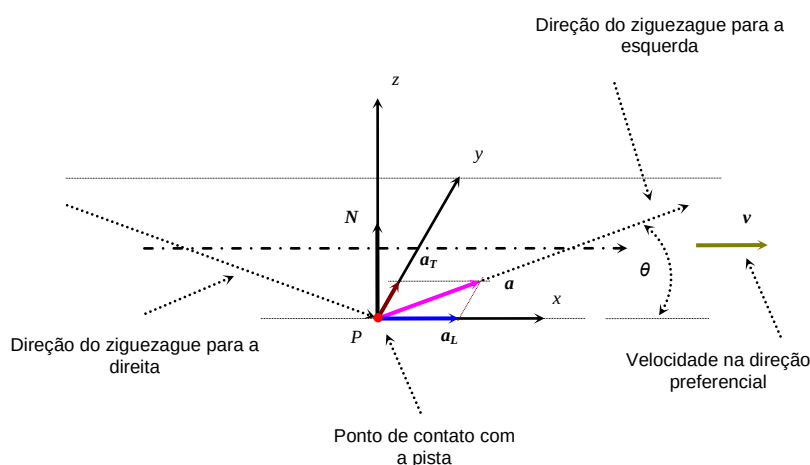
244. Já na Figura abaixo, nos esquemas IV, V, e VI que simulam as mesmas superposições, o ziguezague apresentado é proporcional a extensão das passadas. Enquanto as passadas do *atleta modelo B*, em IV, foram relativamente menores daquelas do *atleta modelo A*, a amplitude do ziguezague reduziu-se; quando as passadas aumentaram, em VI, o afastamento lateral ampliou-se. Na sequência, os esquemas II (acima) e V, idênticos, foram as referências. Neles as passadas e as amplitudes dos ziguezagues são iguais.



Esquema da superposição, em três etapas, de corridas em ziguezague e em linha reta.

Por conseguinte, percebe-se nos esquemas II e V que o *atleta modelo B* perde a corrida exclusivamente por conta dos ziguezagues, já que manteve, no mesmo tempo, igual número de passadas idênticas as do *atleta modelo A*. Nos esquemas I (questão 243) e IV, além dos ziguezagues, somou-se à derrota do *atleta modelo B*, o encurtamento das passadas. Entretanto, nos esquemas III e VI, apesar dos ziguezagues, a vitória do *atleta modelo B* se deu por razão do alargamento das passadas, fruto de sua inclinação à frente, independentemente da maior amplitude das oscilações, mas com o prejuízo por ter alcançado um tempo maior para o trajeto, tempo este que seria menor não fossem os ziguezagues.

245. Se a direção efetiva do contato do atleta com a pista, por meio da sapatilha-de-prego ou de seu pé, não apontar objetivamente na direção da corrida, o ângulo, θ (teta), entre estas duas direções, se maior que zero, reduzirá a componente da aceleração longitudinal, a_L ($a_L = a \cdot \cos \theta$), devido o surgimento de uma aceleração transversal, a_T ($a_T = a \cdot \sin \theta$), inconveniente e isto afetará a velocidade, v , com a qual o percurso deveria ser explorado. Sua justificativa pode ser encontrada na segunda lei de Newton (questão 237), onde a força de atrito estático, F_{ae} , reação do solo juntamente com a força normal, N , divide-se como mostra a figura seguinte, mesmo estando na reta.

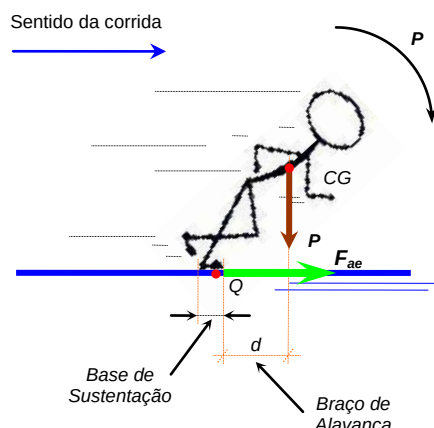


Decomposição da aceleração do movimento.

QUESTÕES III. 3

246. Nos esquemas III e VI das questões 243 e 244 acima, constatou-se vantagem devido à amplidão das passadas mantidas durante a competição. Semelhante benefício é possível quando, durante a corrida, o(a) atleta projeta seu tronco à frente, de modo a se deixar puxar adiante pela ação gravitacional.

247.



Postura do atleta com inclinação à frente.

248. Todavia, a postura sugerida na questão anterior (247) somente é possível, sem escorregadelas, mediante o grande atrito existente entre a sapatilha-de-prego e o piso sintético comum nas provas de pista. Deste modo, ao lançar o tronco para frente, o(a) atleta tende a cair em virtude da linha de ação de seu peso próprio, P , se projetar ortogonalmente fora da base de sustentação de seu corpo. Neste momento, numa atitude preventiva, eleva-se o joelho ao máximo e na cadência da rapidez com que se desenvolve o movimento à frente, empurrando o chão para trás enquanto distende-se a perna apoiada, flutua-se em seguida, conforme descreve PERELMAN (1971, pp. 31-32), por meio da figura da questão 169, analogamente ao feito do para-atleta Antônio Delfino de Souza²⁷², figura abaixo.

²⁷² Antônio Delfino de Souza.

"Nascido em 71, na cidade piauiense de Redenção, Delfino teve parte de seu braço direito amputado após um acidente de trabalho no campo onde era lavrador. Em 1999, começou nas corridas de Rua em Brasília, onde mora há 15 anos. Delfino é o recordista mundial dos 400m rasos, na classe T46. Em sua carreira, conquistou três medalhas paraolímpicas sendo duas de ouro e uma de prata. Em Atenas, em 2004, venceu nos 400m e 200m rasos. Sua velocidade lhe garantiu medalha de prata em sua primeira Paraolimpíada, em Sydney, em 2000. No Parapan-americano de Mar Del Plata, em 2003, Delfino conquistou mais três ouros para o Brasil, nos 100, 200 e 400m rasos. No Parapan do Rio, em 2007, conquistou prata nos 100m e nos 200m. O atleta no futuro quer ajudar os mais necessitados e passar seus conhecimentos." Comitê Paraolímpico Brasileiro. Disponível em: < <http://www.cpb.org.br/home/perfil-dos-atletas/atletismo/antonio-delfino-de-souza> >. Acesso em: 29 mai. 2009.



Atleta em treinamento de elevação de perna.

QUESTÕES III. 4

249. Medidas de tempo, distância, altura e velocidade do vento são as mais corriqueiras. Outras, no entanto, para cumprimento das regras vigentes, poderiam ser solicitadas ou determinadas pelos árbitros, como as medidas das massas (ou pesos) dos artefatos, tais como o dardo, o martelo ou o peso. O centro de massa do dardo e até mesmo, num exagero extremo, a granulometria ou densidade da areia contida na caixa de areia dos saltos horizontais.
250. Uma medida bastante inteligente foi o posicionamento dos alto-falantes na parte detrás dos blocos durante a competição. Para o caso daquelas competições de “menor importância”, sugere-se que o tiro de largada seja dado do centro da circunferência que passa por todos os locais aonde se venha posicionar os blocos, aliás, como já determina a “Regra 128. 2” (CBAt, 2002-2003, pp. 81-82) ²⁷³ ou “Regra 129.3” (FAERGS, 2006-2007, p. 6) ²⁷⁴:

“[...] Quando alto-falantes não são usados em corridas escalonadas, o Árbitro de Partida deverá posicionar-se de maneira que a distância entre ele e cada competidor seja aproximadamente a mesma. Quando, entretanto, o Árbitro de Partida não puder se posicionar em tal posição, o revólver ou aparelho de partida aprovado deverá ser posicionado na posição correta e disparado por controle remoto.”.

²⁷³ Confederação Brasileira de Atletismo: regras oficiais de atletismo, *op. cit.*, pp. 81-82.

²⁷⁴ FAERGS – Federação de Atletismo do Estado do Rio Grande do Sul. *Regras de Competições 2006 – 2007*. Disponível em: < <http://www.faergs.org.br/REGRAS.pdf> >. Acesso em: 13 dez. 2008, p. 6.

251. Dispositivos eletrônicos de detecção, poderiam ser colocados nos suportes laterais acima do sarrafo, de modo a registrarem os acréscimos que por ventura sejam alcançados pelos competidores, em cada salto, acima das alturas oficiais dos sarrafos.
252. Além das situações adversas descritas pelo físico P. Kirkpatrick que, conforme ÁLVARES (1992, pp. 146-149), com propriedade, critica os processos de medições, lançando sobre estes suspeitas quanto ao nivelamento dos terrenos nas provas de arremesso de peso e similares, martelo, disco e dardo e que também é cabível, diz respeito à área dos lançamentos/arremessos, não quanto ao desnivelamento do terreno em que se arremessam/lançam os pesos e martelos, mas quanto à resistência à penetração que este terreno possa oferecer, uma vez que na área em uso, pela extensão, partes menos resistente permitiriam maior penetração do peso, podendo sobrevir, deste modo, erros grosseiros na aferição do arremesso.
253. Sendo assim, semelhante erro somente será corrigido se a medição for efetuada pelo centro de massa dos pesos utilizados, ou seja, pelo centro da calota esférica moldada no solo e não pelo ponto da circunferência de círculo que tangencia horizontalmente o terreno, mais próximo do círculo de arremesso.

APÊNDICES

APÊNDICE E

Questionário destinado à pesquisa dirigida a alunos de Cursos de Educação Física e Desporto de Escolas de Ensino Superior Públicas e Privadas (Parte dos alunos).

OBJETIVOS DA PESQUISA B (Dirigida a Escolas de Ensino Superior Públicas e Privadas)

- Quantificar o percentual de universitários(as), de Educação Física e Desporto de Escolas Públicas e Privadas, que detêm conceitos ou experiências de Física adquiridos no Ensino Médio.
- Investigar se Física Aplicada aos Desportos faz parte efetiva do currículo da graduação/pós-graduação de Educação Física e Desporto.
- Indagar se conhecimentos de Física Aplicada aos Desportos podem tornar egressos de Educação Física e Desporto aptos a melhor desenvolverem resultados atléticos em desportos educacional (no Ensino Médio) e de rendimento (nos Desportos de alto rendimento), enquanto professores, técnicos e/ou fomentadores de talentos.

QUADRO 2

DADOS DO ALUNO (A)

NOME												
CURSO QUE FREQUÊNTOU NO ENSINO MÉDIO						Formação Geral					Profissionalizante	
						Formação de Professores					Técnico	
CURSO QUE FREQUÊNTA NO ENSINO SUPERIOR						Regime de Crédito (Semestral)					Regime Seriado (Anual)	
SIGLA Universidade	Licenciatura em Educação Física e/ou Desporto				Bacharelado em Educação Física e/ou Desporto				Outro Curso na Área de Esporte/Desporto			
Ano	1º		2º		3º		4º		5º		6º	
Semestre	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º

QUADRO 3

QUESTIONÁRIO

Q	PERGUNTAS						OPÇÕES									
1	Você estudou Física no Ensino Médio?						SIM				NÃO					
2	Se sua resposta 1 foi SIM, diga: Em qual(is) série(s)?						1ª		2ª		3ª		4ª			
3	Atribua uma NOTA para sua RELAÇÃO com a Física.						0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Atenção: Considere para os extremos.....		0 (zero)		Detestar											
			9 (nove)		Adorar											
4	Você estuda Física como disciplina atualmente?						SIM				NÃO					
5	Se sua resposta 4 foi SIM, diga: Ela é Aplicada?						SIM				NÃO					
6	Se sua resposta 5 foi SIM, diga: A qual Desporto?															
7	Se sua resposta 5 foi SIM, diga: Física Aplicada aos Desportos faz parte efetiva do currículo da graduação/pós-graduação de seu curso de Educação Física e Desporto?						SIM				NÃO					

ANTES DE RESPONDER A QUESTÃO 8, CONSIDERE:

FÍSICA APLICADA AO DESPORTO – Analisa as ações Físicas às quais atletas ficam sujeitos(as) durante as práticas, por estarem todos(as) à mercê dos fenômenos físicos locais, próprios do meio ambiente em questão ou inerentes às Práticas Desportivas vivenciadas.

8	Qualquer que tenha sido sua resposta 7, dê SUA OPINIÃO: Conhecimentos de Física Aplicada aos Desportos podem tornar egressos de Educação Física e Desporto aptos a melhor desenvolverem resultados atléticos em desportos educacional (no Ensino Médio) e de rendimento (nos Desportos de alto rendimento), enquanto professores, técnicos e/ou fomentadores de talentos?	Sem dúvida (SIM)		
		Não sei		
		Claro que não (NÃO)		
9	UTILIZE o espaço abaixo para ampliar SUA OPINIÃO e/ou APRESENTAR NOVAS IDÉIAS, caso queira.			

APÊNDICE F

Questionário destinado à pesquisa dirigida a alunos de Cursos de Educação Física e Desporto de Escolas de Ensino Superior Públicas e Privadas (Parte do estabelecimento).

QUADRO 1

DADOS DO ESTABELECIMENTO		NÚMERO DE ORDEM				PÚBLICA				PRIVADA			
NOME												SIGLA da Universidade	
ENDEREÇO													
NÚMERO		CEP		I		BAIRRO							
MUNICÍPIO								RJ/BRASIL		TELEFONE		I	
E-mail												Site	

QUADRO 2

ESPECIFICAÇÕES DE DADOS										
DATA DA PESQUISA:					DIA		MÊS		ANO	
TURNO:		MANHÃ			TARDE			NOITE		
AUTORIZADA PELO (A):										
CARGO							FUNÇÃO			
TEMPO CEDIDO PELO (A):							INÍCIO		TÉRMINO	
REALIZADA POR:										
VÍNCULO COM A PESQUISA										
TOTAL DE SALAS PESQUISADAS					TOTAL DE ALUNOS PARTICIPANTES					
Q	CURSOS				TURMAS		SÉRIE	PERÍODO	PRESENCAS	TURNO
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										

ANEXOS

ANEXO A

Pista Oficial de Atletismo disponibilizada pela CBAt – Confederação Brasileira de Atletismo.

ANEXO B

Plano de Curso das Disciplinas da Licenciatura em Educação Física (EF) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Plano de Curso das Disciplinas da Licenciatura em EF da UFRJDEPARTAMENTO DE BIOCIÊNCIAS DA ATIVIDADE FÍSICA [DBCAT]

DEPARTAMENTO DE BIOCIÊNCIAS DA ATIVIDADE FÍSICA

Código	Disciplina
<u>EFF601</u>	Avaliação da Performance Humana
EFF114	Biologia para Educação Física
<u>EFF480</u>	Biomecânica I
<u>EFF602</u>	Biomecânica II
<u>EFF290</u>	Cinesiologia
<u>EFF606</u>	Desenvolvimento Motor e Aprendizagem Motora
<u>EFF240</u>	Fisiologia do Exercício I
<u>EFF470</u>	Fisiologia do Exercício II
<u>EFF603</u>	Fisiologia do Exercício III
<u>EFF604</u>	Estatística Aplicada à Educação Física

Código EFF601
 Disciplina AVALIAÇÃO DA PERFORMANCE HUMANA

Departamento	BIOCIÊNCIAS
Carga Horária total	30h
Créditos	02
Período	a partir do 5º
Pré/co-requisitos	(-)
Download:	pdf

Plano de curso

EMENTA:

A abordagem analítica dos sistemas de avaliação introduz a noção de precisão e do rigor científico que regem os princípios da testagem das habilidades motoras.

As variações resultantes do crescimento, desenvolvimento, treinamento físico, destreinamento e programas especiais devem ser acompanhadas periodicamente a fim de que possam informar de maneira útil ao controle do sistema de avaliação.

OBJETIVOS GERAIS:

Colocar o aluno em condições de aplicar os conhecimentos adquiridos nos programas de atividade física que vier a participar, visando à avaliação dos valores funcionais e estruturais no acompanhamento evolutivo dos indivíduos sob controle.

PROGRAMA

Unidades Conteúdo

1. Introdução à teoria da avaliação em Educação Física.
2. Estatística elementar e interpretação gráfica
- 3 Avaliação dos processos energéticos da função neuro muscular, da composição corporal, do sistema cardio respiratório e de flexibilidade
4. Equivalentes fisiológicos do trabalho. Ergometria
- 5 Testes de laboratório e de campo
6. Símbolos, conversão de unidades e aplicação de fórmulas mais usadas nos programas de atividade física

METODOLOGIA:

Aulas expositivas com recursos áudio visuais tais como: retro projetor, projetor de slides e videocassete.

Aulas práticas no laboratório e no campo.

Seminários sobre programas de teste já aplicados na prática.

AVALIAÇÃO:

Do aluno: 3 avaliações formativas

2 provas parciais

Elaboração de um projeto de testagem para diversas modalidades desportivas

Do curso: pelo rendimento dos alunos.

BIBLIOGRAFIA:

MATHEUS, D. – Medida e Avaliação em Educação Física

Interamericana, RJ, 1980

KISS, Maria Augusta – Avaliação em Educação Física

Manole, SP 1987

KETZ, F e KORNEXL, E– Testes Desportivo Motores

Kapelusz, Buenos Aires, 1976

Código	EFF480
Disciplina	BIOMECÂNICA I

Departamento	BIOCIÊNCIAS
Carga Horária total	45h
Créditos	03
Período	7º
Pré/co-requisitos	(EFF 290) Cinesiologia
Download:	pdf

Plano de curso

PROGRAMA

Unidades Conteúdo

1. Conceituação da Biomecânica
 - . Diferenciação entre Biomecânica e Cinesiologia
 - . Discussão sobre parâmetros biomecânicos
2. Cinética Angular
 - . Classificação de alavancas e eficiência mecânica
 - . Conceitos de momento e torque
- 3 Mecânica Muscular
 - . Curva comprimento x tensão
 - . Modelos mecânicos do músculo
4. Eletromiografia
 - . Origem do sinal mioelétrico
 - . Definição da eletromiografia como técnica eletrodiagnóstica
 - . Relação atividade mioelétrica x curva comprimento x tensão
 - . Momento x atividade mioelétrica
- 5 Aspectos biomecânicos do salto vertical
 - . Análise cinemática e cinética do salto vertical
 - . Estimativa de participação de membros superiores (MMSS)
 - . Corrida de aproximação e índice (IE) no salto vertical
6. Propriedades biomecânicas dos tecidos ósseo, cartilaginoso e conjuntivo
 - . Discussão sobre as diversas forças que atuam sobre estes tecidos
7. Marcha e corrida
 - . Aspectos cinéticos e cinemáticos básicos e suas diferenças

BIBLIOGRAFIA:

- HAY, J.G. – Biomecânica das Técnicas Desportivas
2ª ed. Rio de Janeiro Interamericana, 1981
- HAY, J. G. & REID, J. G. – “As bases anatómicas e mecânicas do movimento humano”
Editora Prentice Hall do Brasil Ltda
- HALL, S. – Biomecânica básica
Editora Guanabara Koogan AS, 1993
- CARR, G – Biomecânica dos esportes
1ª edição, Editora Manole Ltda
- ROSE, J & GAMBLE, J.G. – Marcha humana
Editora Premier
- HAMILL, J. & KNUTSEN, K. M. – Bases biomecânicas do movimento humano
1ª edição, Editora Manole Ltda
- ENOKA, R. M. – Bases Neuromecânicas da Cinesilogia
2ª edição, Editora Manole Ltda
- WIHRED, R. – Atlas de Anatomia em Movimento
Ed Manole. São Paulo. 1986

Código EFF602
Disciplina BIOMECÂNICA II

Departamento	BIOCIÊNCIAS
Carga Horária total	45h
Créditos	03
Período	a partir do 5º
Pré/co-requisitos	(EFF 480) Biomecânica I
Download:	pdf

Plano de curso

EMENTA:

Análise biomecânica de movimentos desportivos. Métodos e técnicas de avaliação biomecânica no esporte.

OBJETIVOS GERAIS:

Reconhecer os conceitos biomecânicos que fundamentam as técnicas desportivas

Aplicar os conceitos biomecânicos para detecção e correção, de falhas de execução de gestos desportivos.

Conhecer as técnicas de avaliação em biomecânica do esporte (testes de campo e laboratoriais).

PROGRAMA

Unidades Conteúdo

1. Biomecânica da corrida
2. Biomecânica do salto vertical
- 3 Biomecânica dos esportes
 - . voleibol
 - . basquetebol
 - . natação
 - . futebol
 - . atletismo
4. Medida e Avaliação em Biomecânica no Desporto

- Conceitos básicos:

- . cinematografia
- . eletrogoniometria
- . strain gages
- . eletromiografia

5 Instrumentação:

- . Plataforma de salto
- . Plataforma de centro de gravidade
- . Temporizador de marcha
- . Plataforma de força
- . Posturograma

METODOLOGIA:

Aulas teóricas – retroprojektor, projetor de slides

- . expositivas
- . dinâmica de grupo

AVALIAÇÃO:

Do aluno: 2 avaliações escritas e trabalho escrito individual

BIBLIOGRAFIA:

BRUMMSTRON – Cinesiologia Clínica

Ed Manole, 4ª ed. São Paulo, 1987

HAY, J.G. – Biomecânica das Técnicas Desportivas

2ª ed. Rio de Janeiro Interamericana, 1981

RACH and BURKE – Cinesiologia e Anatomia Aplicada

Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1977

WRIRED, R. – Atlas de Anatomia em Movimento

Ed. Manole, São Paulo, 1986

Código EFF290
Disciplina CINESIOLOGIA

Departamento	BIOCIÊNCIAS
Carga Horária total	45h
Créditos	03
Período	4º
Pré/co-requisitos	(BMA 132) Anatomia aplicada à Educação Física
Download:	pdf

Plano de curso

EMENTA:

Estudo analítico da biomecânica das estruturas do aparelho locomotor, da estática das articulações, da dinâmica muscular, da biomecânica dos segmentos do corpo humano e dos movimentos desportivos, bem como das habilidades motoras.

OBJETIVOS GERAIS:

Aperfeiçoar o desempenho nas habilidades motoras.

Aperfeiçoar o executor.

Contribuir na preparação do professor de Educação Física para ensinar a execução.

Desenvolver no professor a capacidade para avaliar os exercícios e as atividades do ponto de vista dos seus efeitos na estrutura do corpo humano.

PROGRAMA

Unidades Conteúdo

1. Conceito e Objetivos
2. Mecânica muscular e articular
- 3 Propriedades físicas dos músculos, do fáscia, dos tendões, dos ossos e da cartilagem.
4. Equilíbrio do corpo humano
5. Leis de Newton
6. Efeitos da força da gravidade
7. Centro de gravidade do corpo
- 8, Equilíbrio do corpo com um sistema articulado
9. Mecânica da coluna vertebral.
10. Estatística da coluna
11. Arquitetura
12. Distribuição dos esforços
13. Equilíbrio intrínseco

METODOLOGIA:

Aulas expositivas – Pretende-se que a aula expositiva seja do tipo: teórica, dialogada. Cada tempo será de 50" e 10" de intervalo. Pretender-se ainda que na aula expositiva sejam usados métodos áudio-visuais: transparências, diapositivos, filmes, etc.

Dinâmica de grupo: Várias técnicas de estudo em grupo, poderão ser usadas como: seminário, discussão livre, painel simples ou painel integrado, etc.

Aulas práticas: As aulas práticas, quando exequíveis, o que dependeria de material, local e pessoal, deverão ser planejadas e previamente.

AValiação:

Do aluno: Consta de atividades informativas e formativas que poderão fornecer ao professor a possibilidade de uma avaliação do rendimento do decurso da aprendizagem. A avaliação corrente substituirá a aplicação das provas tradicionais.

Do Curso: Será feita pelo rendimento dos alunos.

BIBLIOGRAFIA:

LUTTGENS E WELLS – KINESIOLOGY-Scientific basis of Human Motion
Saunders College Publishing

STIENDLER, Arthur e THOMAS, Charles C. – Kinesiology of the human body
DYSON, Geoffuy – The mechanics of athletics
University of London Press Ltd

Código EFF606

Disciplina DESENVOLVIMENTO MOTOR E APRENDIZAGEM MOTORA

Departamento	BIOCIÊNCIAS
Carga Horária total	60h
Créditos	04
Período	a partir do 5º
Pré/co-requisitos	(-)
Download:	pdf

Plano de curso

EMENTA:

Este curso tem como objetivo expor os estudantes a uma visão histórica das teorias que explicam do desenvolvimento motor. E ainda, discutir conceitos e mecanismos.

PROGRAMA

Unidades Conteúdo

1. Teorias do desenvolvimento

. Maturacional

. Normativa

. Processamento de Informação

. Ecológica

. Percepção – Ação

. Sistemas Dinâmicos

2. Participação do sistema visual, vestibular e somatosensorial no controle motor

3 Medidas em aprendizagem motora

4. Arquivamento da informação motora

5 Tempo de reação

6. Transferência na aprendizagem motora

Código EFF240
 Disciplina FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO I

Departamento	BIOCIÊNCIAS
Carga Horária total	60h
Créditos	04
Período	4º
Pré/co-requisitos	(BMB 204) Fisiologia EI
Download:	pdf

Plano de curso

EMENTA:

Estudo da fisiologia humana quando em movimento e análise dos efeitos estruturais, bioquímicos e funcionais de adaptação ao esforço no homem e na mulher saudáveis, bem como o estudo dos fatores limitantes do desempenho humano nas diferentes faixas etárias.

OBJETIVOS GERAIS:

- Aplicar os conhecimentos em prol da saúde da população que pratica o exercício físico.
- Optimizar o desempenho atlético nas competições desportivas
- Classificar os indivíduos através de testes específicos, em vários níveis de aptidão física.

PROGRAMA

Unidades Conteúdo

1. Músculo esquelético: estrutura e função
2. Controle neural do movimento humano
- 3 Fontes do ATP
4. Metabolismo, Nutrição e Exercício
- 5 Composição Corporal
6. Respiração e Exercício
7. Coração e exercício
- 8, Circulação e Exercício
9. Endocrinologia e Exercício
10. Endurance e flexibilidade
11. Ambientes especiais: altitude, mergulho, calor, frio
12. Limiar Anaeróbico
13. Populações especiais e exercício: criança, adolescente, idoso e mulher
14. Prevenção e risco coronariano frente ao exercício
15. Treinamento para sedentários
16. Ergometria

METODOLOGIA:

Aulas expositivas sobre o programa descrito sendo, eventualmente, demonstrado em sala alguns testes relativos ao assunto. Recursos audiovisuais de rotina: retroprojektor e slides.

AValiação:

Do aluno: o grau final é resultado de três avaliações formativas, duas provas parciais, um trabalho individual baseado no fichamento de 5 (cinco) publicações em periódicos científicos, além de participação em aulas práticas e assiduidade.

BIBLIOGRAFIA:

FOX, Bowers e FOSS - Bases fisiológicas da Educação Física e dos Desportos
 . Editora Guanabara, 4ª Edição, 1991
 WEINECK, Jurgen - Biologia do Esporte
 Editora Manole, 1991

Código EFF470
 Disciplina FISILOGIA DO EXERCÍCIO II

Departamento	BIOCIÊNCIAS
Carga Horária total	60h
Créditos	04
Período	5º
Pré/co-requisitos	(EFF 240) Fisiologia do Exercício I
Download:	pdf

Plano de curso

EMENTA:

Estudo da fisiologia humana quando em movimento contínuo, intermitente e de intensidade e durações variáveis e análise dos efeitos estruturais, bioquímicos e funcionais de adaptação do indivíduo sadio.

OBJETIVOS GERAIS:

A revisão dos princípios da Fisiologia do Exercício e suas implicações com o treinamento desportivo colocará o aluno em condição de melhor lidar com indivíduos submetidos ao exercício físico.

PROGRAMA

Unidades Conteúdo

1. Respostas metabólicas ao treinamento
2. Aplicações do conceito “Limiar Anaeróbico”
- 3 Princípios fisiológicos do treinamento (sobrecarga, frequência, duração, intensidade) intervalado e contínuo
4. Destreinamento.
- 5 Variações da composição corporal frente ao treinamento
6. Dinâmica cardíaca respiratória no exercício e suas adaptações ao treinamento

METODOLOGIA:

Dinâmica de grupo: - aulas expositivas
 - seminários
 - aulas teórico-práticas

AVALIAÇÃO:

Do aluno: Avaliações formativas

Avaliações somativas

Trabalhos individuais

Do curso: pelo rendimento escolar

BIBLIOGRAFIA:

WEINECK, J – Biologia do Esporte

Manole, SP, 1991

BOWES, Fox e FOSS – Bases fisiológicas da Educação Física e Desportos

Editora Guanabara, RJ 1991 – 4ª edição

Código EFF603
 Disciplina FISILOGIA DO EXERCÍCIO III

Departamento	BIOCIÊNCIAS
Carga Horária total	45h
Créditos	03
Período	a partir do 5º
Pré/co-requisitos	(EFF 470) Fisiologia do Exercício II
Download:	pdf

Plano de curso

EMENTA:

O estudo de tópicos especiais adequados ao graduando que procura no mercado de trabalho a área do treinamento físico, seja ou da competição desportiva, de manutenção da aptidão ou de reabilitação, deve ser orientado pela exposição de temas que considerem o seguinte:

- benefícios gerais para a saúde pelo exercício;
- fisiologia da força muscular, da velocidade, da endurance, da flexibilidade, da fadiga, da marcha, da corrida, do ciclismo e da natação;
- recursos ergogênicos;

Considera-se as expectativas de oferta, no mercado de trabalho, para a técnica de exercício.

OBJETIVOS GERAIS:

Orientar o graduando que optou pelo aprofundamento, na graduação, a fim de habilitá-lo ao trabalho nas comissões técnicas que dirigem as equipes desportivas, nas academias de ginástica e de reabilitação cardiorespiratória.

PROGRAMA

Unidades Conteúdo

1. Histórico da Fisiologia do Exercício
2. Benefícios gerados pelo treinamento físico
- 3 Fisiologia da força muscular, velocidade, flexibilidade e da endurance
4. Fadiga local e central
- 5 “Doping”
6. O técnico do exercício e suas atribuições nos programas de atividade física
7. Prescrição de exercícios

METODOLOGIA:

Dinâmica de grupo: - aulas teóricas
 - seminários

Recursos: - retroprojektor, slides e apostilas

AVALIAÇÃO:

Do aluno: 3 avaliações formativas

2 provas parciais

1 monografia abordando temas de interesse da área

Do curso: pelo rendimento dos alunos.

BIBLIOGRAFIA:

MCARDLE, William, KATCH, Frank e KATCH, Victor – Exercise Physiology – Energy, Nutrition and Human Performance

3rd Edition Lea Febiger, Philadelphia, 1991

BOWES, Fox e FOSS – Bases fisiológicas da Educação Física e Desportos

Editora Guanabara, RJ 1991 – 4ª edição

Código EFF604
 Disciplina ESTATÍSTICA APLICADA À EDUCAÇÃO FÍSICA

Departamento	BIOCIÊNCIAS
Carga Horária total	30h
Créditos	02
Período	a partir do 5º
Pré/co-requisitos	(-)
Download:	pdf

Plano de curso

OBJETIVO GERAL:

Fornecer aos alunos os subsídios para a análise crítica de trabalhos científicos.

PROGRAMA

Unidades Conteúdo

1. Probabilidade e teoria amostral
2. Medidas de tendência central
3. Medidas de dispersão
4. Medidas de tendência central e de dispersão para dados agrupados
5. Representação gráfica
6. Elaboração de escalas
7. Correlação e análise de regressão

AVALIAÇÃO:

Avaliação formativa terá peso 2 e somativa peso 1. A média para aprovação direta será igual ou superior a 7,0 e a 5,0 para aprovação final.

BIBLIOGRAFIA:

- BUNCHATT, G. & KELLNER, S.R.O. Estatística sem mistérios. Petrópolis: Vozes, 1999.
- CAMPBELL, D.T. Delineamentos experimentais e quase experimentais de pesquisa. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1979.
- CERVO, A.L. & BERVIAN, P.A. Metodologia científica: para uso dos estudantes universitários. São Paulo, McGraw-Hill, 1983.
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Experimental designs. 2.ed., New York: John Wiley & Sons, 1957.
- COHEN, J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. New York: Academic Press, 1969.
- COSTA NETO, P.L.O. Estatística. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.
- FONSECA, J.S.; MARTINS, G.A. & TOLEDO, G.L. Estatística aplicada. São Paulo: Atlas, 1991.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 13.ed., São Paulo: Nobel, 1990.
- KERLINGER, F.N. Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1979.
- KIRKPATRICK, L.A. & FEENEY, B.C. A simple guide to SPSS for Windows: for versions 8.0 & 9.0. Stanford: Wadsworth, 2000.
- MEIS, L. LETA, J. O perfil da ciência brasileira. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1996.
- REY, L. Como redigir trabalhos científicos: para publicação em revistas médicas e biológicas. São Paulo: Edgard Blucher, 1972.
- RUIZ, J.A. Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos. São Paulo: Atlas, 1980.
- SPIEGEL, M.R. Estatística. 3.ed., São Paulo, McGraw-Hill, 1993.
- THOMAS, J.R. & NELSON, J.K. Research methods in physical activity. 2.ed., Champaign: Human Kinetics, 1990.
- VIEIRA, S. & HOFFMANN, R. Estatística experimental. São Paulo: Atlas, 1989.
- WANNACOTT, T.H. & WANNACOTT, R.J. Introdução à estatística. Rio de Janeiro: Livro Técnico e Científico, 1980.