

Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

*“Desenvolvimento e Validação de Equações e Índices para a
Determinação da Gordura Corporal Relativa, em Militares Brasileiros, a
partir de Medidas Antropométricas”*

por

Marcelo Salem

*Tese apresentada com vistas à obtenção do título de Doutor em Ciências
na área de Saúde Pública.*

Orientador: Prof. Dr. William Waissmann

Rio de Janeiro, novembro de 2008.

Catálogo na fonte
Instituto de Comunicação e Informação em Informação Científica e Tecnológica em
Saúde/Fiocruz
Biblioteca de Saúde Pública

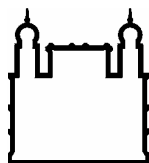
S163 Salem, Marcelo.

Desenvolvimento e validação de equações e índices para a determinação da gordura corporal relativa, em militares brasileiros, a partir de medidas antropométricas / Marcelo Salem. -- Rio de Janeiro: s. n., 2008.
xxii, 104 f.: il.; 30 cm.

Orientador: Waissmann, William
Tese (Doutor) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2008.

1. Antropometria – Métodos. 2. Composição Corporal. 3. Adiposidade – Fisiologia. 4. Algoritmos. 5. Estudos de Validação. 6. Militares. I.Título.

CDD - 20.ed. – 363.8



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Esta tese, intitulada

***“Desenvolvimento e Validação de Equações e Índices para a
Determinação da Gordura Corporal Relativa, em Militares Brasileiros, a
partir de Medidas Antropométricas”***

apresentada por

Marcelo Salem

foi avaliada pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Wallace David Monteiro

PROF. DR. MARCOS DE SÁ REGO FORTES

PROF. DR. CANDIDO SIMOES PIRES NETO

Prof.^a Dr.^a Alessandra Bento Veggi

Prof. Dr. William Waissmann – Orientador

Tese defendida e aprovada em 25 de novembro de 2008.

RESUMO

Por

Marcelo Salem

Escola Nacional de Saúde Pública

Orientador Professor Dr.: WILLIAM WAISSMANN

Número de Palavras: 604

A quantidade e a distribuição de gordura têm sido associadas, com sucesso, a vários fatores de risco. Existe uma forte correlação entre a quantidade de gordura subcutânea e a resistência à insulina e ainda, o seu acúmulo na região central do corpo foi considerado, como um preditor de doença cardiovascular.

A fim de se quantificar a gordura corporal e a sua distribuição, este estudo se propôs a desenvolver e validar equações e índices a partir de variáveis antropométricas de simples medidas.

Com intuito de atender os objetivos do estudo, foi realizada uma análise das equações nacionais desenvolvidas até o presente momento. Em segundo lugar, foram levantadas as características antropométricas dos sujeitos do estudo. Em terceiro lugar, foram desenvolvidas e validadas, equações para a estimativa da porcentagem de gordura para homens e mulheres militares brasileiros. Em um quarto momento, foi desenvolvido e validado o Índice Indicativo de Gordura Corporal (IGC), para homens e mulheres militares.

Participaram do estudo, 400 militares brasileiros, saudáveis e fisicamente ativos, oriundos de todas as regiões do Brasil, com médias de idade (ID) de $34,50 \pm 10,39$ anos, massa corporal (MC) de $79,66 \pm 13,32$ kg, estatura (EST) de $175,74 \pm 7,06$ cm, porcentagem de gordura (% G) de $16,91 \pm 7,52$, perímetro abdominal umbilical (PABDO, sugestão, PABU) $89,44 \pm 10,81$ cm e, 250 militares brasileiras, sendo todas saudáveis e fisicamente ativas, oriundas de todas as regiões do Brasil, com médias de idade (ID) de $29,45 \pm 6,53$ anos, Massa Corporal (MC) de $59,49 \pm 7,48$ kg, Estatura (EST) de $164,30 \pm 5,67$ cm e Porcentagem de Gordura (% G) de $22,77 \pm 6,26$.

Após a definição das características antropométricas dos sujeitos, desenvolveu-se e validou-se equações generalizadas para homens militares brasileiros, a partir de variáveis antropométricas e o resultado foi a estimativa da $\% G = 0,061(ID) + 16,002(PABDO \text{ ou } PABU, \text{ cm ou metros})^{1/2} - 5,056(MC)^{1/2} - 91,222$, com $R=0,859$ e

EPE=3,84.

Desenvolveu-se também equações generalizadas para a estimativa da porcentagem de gordura de militares brasileiros independente de gênero. A Equação desenvolvida foi : $\%G = 16,370(G) + 0,663(PABDO \text{ ou } PABU / PCINT) - 0,001(MC)^2 + 0,100(ID) - 0,088(EST \text{ metros ou cm}) - 41,84$, com $R=0,835$ e $EPE=4,11$. Esta equação deve ser utilizada tanto para homens, como, também, para mulheres militares, tendo-se o cuidado de quando for aplicada em homens, usar o PABDO e $G = 1$ e para mulheres, o PCINT e $G = 2$.

E por fim, foram desenvolvidos Índices Indicativos de Gordura Corporal (IGC), para homens e mulheres militares, separadamente. Para os homens $IGCM = 0,004 (PABDO)^2 - 0,036 (MC) - 13,862 / EST \text{ (metros)}$ e para as mulheres $IGCF = 0,002 (MC)^2 + 0,379 (PCINT) - 20,229 / EST \text{ (metros)}$.

Após o desenvolvimento das equações e índices, realizou-se a análise da correlação entre a % G, os IGC desenvolvidos, o IMC, e o Índice de Conicidade (IC) com os Parâmetros Antropométricos e Bioquímicos Estimadores da Síndrome Metabólica, em tropas do contingente de Paz da ONU nos anos de 2005 e 2008. O resultado das correlações mostrou que os IGC desenvolvidos se relacionaram melhor com a % G (estimada), com os estimadores da síndrome metabólica e com o resultado do teste de Cooper (12 Min), do que o IMC e o IC, nos sujeitos avaliados.

Apesar de se ter desenvolvido equações e índices para uso em militares brasileiros, pode haver o caso de pessoas e/ou grupos, não enquadrados nas características antropométricas do grupo que gerou os modelos, desejarem usá-las. Neste caso, deverá ser realizada a validação estatística dos modelos desenvolvidos, para posterior utilização. Este procedimento ajusta o modelo de regressão para o grupo que o utilizará e diminuirá, consideravelmente, os erros dos resultados.

Palavras chave: Composição Corporal, Desenvolvimento e Validação, Equações e Índices Antropométricos.

ABSTRACT

By

Marcelo Salem

National School of Public Health

Orientator: Professor Dr.: WILLIAM WAISSMANN

Number of Words: 599

The quantity and distribution of fat has been associated, with success, with various risk factors. There is a strong correlation between the quantity of subcutaneous fat and resistance to insulin and, also, its accumulation in the central region of the body was alone considered as a predictor of cardiovascular illness.

In order to quantify the body fat and its distribution, this study proposes developing and validating equations and indices from the anthropometric variables of simple measurements.

With the intention of attending the objects of the study, an analysis was realized of national equations developed at the present moment. Secondly, the anthropometric characteristics of the subjects of the study were considered. Thirdly, equations were developed and validated for the estimation of the percentage of fat for Brazilian military men and women. Fourthly, the Indicative Index of Corporal Fat (IGC) was developed and validated for military men and women.

Four hundred healthy and physically active Brazilian military personnel from all the regions of Brazil took part in the study, with an average age (ID) of 34.5 ± 10.39 years, corporal mass (MC) of 79.66 ± 13.32 kg, stature (EST) of 175.74 ± 7.06 cm, percentage of fat (%G) of 16.91 ± 7.52 , umbilical abdominal perimeter (PABDO, suggestion, PABU) 89.44 ± 10.81 cm and, 250 Brazilian military personnel, all being healthy and physically active, from all regions of Brazil, with average age (ID) 29.45 ± 6.53 years, Corporal Mass (MC) of 59.49 ± 7.48 kg, stature (EST) of 164.30 ± 5.67 cm and Percentage of Fat (% G) of 22.77 ± 6.26 .

After the definition of the anthropometric characteristics of the subjects, generalized equations were developed and validated for Brazilian military men from anthropometric variables and the result was the estimation of $\% G = 0.061(ID) + 16.002(PABDO \text{ or } PABU, \text{ cm or meters?})^{1/2} - 5.056(MC)^{1/2} - 91.222, R=0,859$ and

SEE=3,84.

Generalized equations were also developed for the estimation of the percentage of fat of Brazilian military personnel independent of gender. The Equation developed was: $\%G = 16.370(G) + 0.663(PABDO \text{ or } PABU / PCINT) - 0.001(MC)^2 + 0.100(ID) - 0.088(EST \text{ meters or cm}) - 41.84$, $R=0,835$ and $SEE=4,11$. This equation should be used both for military men and for military women, having care that when applied to men, use the PABDO and $G = 1$ and for women, the PCINT and $G = 2$.

Finally, the Indicative Index of Corporal Fat (IGC) was developed, for military men and women separately. For the men $IGCM = 0.004 (PABDO)^2 - 0.036 (MC) - 13.862 / EST \text{ (meters)}$ and for the women $IGCF = 0.002 (MC)^2 + 0.379 (PCINT) - 20.229 / EST \text{ (meters)}$.

After the development of the equations and indices, a correlation between the % G, the developed IGC, the IMC and the indice of Conicity (IC) with the Anthropometric Parameters and Biochemical Estimators of the Metabolic Syndrome, in troops of the Peace contingent of the UN in the years 2005 and 2007. The result of the correlations show that the developed IGC relate better with the % G (estimated), with the estimators of the metabolic syndrome and with the result of the Cooper test (12 Min), of which the IMC and the IC were the subjects evaluated.

Despite having developed equations and indices for use with Brazilian military personnel, there may be the case of persons and/or groups, not included in the anthropometric characteristics of the group that generated the models, desiring to use them. In this case, statistical validation should be realized of the models developed for posterior use. This procedure adjusts the model of regression for the group that will use it and considerably diminishes errors in the results.

Key words: Corporal Composition, Development and Validation, Anthropometric Equations and Indices.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr William Waissmann, meu orientador, pelos ensinamentos, estímulo e orientação em todas as etapas desta Tese.

Ao Professor Dr Cândido Simões Pires Neto, pelas orientações, apoio permanente, espírito de colaboração, amizade, paciência e exemplo em todas as etapas desta Tese.

Aos professores doutores Alessandra Veggi, Wallace Monteiro e Marcos de Sá Rego Fortes, pela colaboração e espírito de cooperação, nesta conquista importante.

Aos funcionários da secretaria acadêmica, Sra Cecília, Srta Juliana, Sr Eduardo, e Sr Fábio, que me ajudaram e apoiaram, do primeiro ao último dia da realização do doutorado, com paciência e profissionalismo.

Aos amigos do Exército Brasileiro, pelo apoio e incentivo durante a realização do Doutorado.

DEDICATÓRIA

- À minha esposa, DANIELE, que me acompanhou passo a passo, desde a graduação em Educação Física, me dando força, me incentivando e me ajudando a subir cada degrau da aquisição do conhecimento.

- Aos meus tesouros, PEDRO E MARIANA, pelo amor, pelo carinho e por compreenderem que as horas de lazer adiadas, ocorreram por uma causa nobre para o Papai.

- À memória de meu pai, MAURICIO KAMEL SALEM e à minha mãe, DORLY SAMARA GABRIEL SALEM, cujos exemplos de dedicação e de amor foram fundamentais em minha formação educacional e moral.

PENSAMENTOS

“Não desista, e a sorte irá ao seu encontro.”
(Autor desconhecido)

“Se você me ensinar, eu esqueço.
Se você me mostrar, eu me lembro.
Se eu fizer, eu aprendo.”
(Confúcio)

“Nós devemos viver como se fôssemos morrer
amanhã e estudar como se fôssemos viver para
sempre.”
(Autor desconhecido)

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I - OFÍCIO CONVITE PARA A COLETA DE DADOS

ANEXO II – APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA DA ENSP

ANEXO III – TERMO DE PARTICIPAÇÃO CONSENTIDA

ANEXO IV - ANAMNESE

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO	1
1.1. O Problema	1
1.2. Objetivo do Estudo	12
1.2.1. Objetivo Geral	12
1.2.2. Objetivos Específicos	12
1.3. Limitações do Estudo	13
1.4. Justificativa do Estudo	13
II. METODOLOGIA	15
2.1. Análise das Equações Desenvolvidas para Brasileiros	15
2.2. Desenvolvimento e Validação de Equações para a Determinação da Gordura Corporal Relativa em Militares Brasileiros	18
2.2.1. Coleta de Dados	18
2.2.1.1. Seleção dos Sujeitos	18
2.2.1.2. População	18
2.2.1.3. Delimitações do Estudo	18
2.2.1.4. Técnica de Amostragem	19
2.2.1.5. Critérios de Inclusão	19
2.2.1.6. Critérios de Exclusão	19
2.2.1.7. Amostra Masculina	20
2.2.1.8. Amostra Feminina	20
2.3. Ética da Pesquisa	21
2.4. Protocolo de Mensuração	21
2.4.1. Seqüência da Coleta de Dados	21
2.4.2. Procedimentos Preliminares	21
2.4.3. Procedimentos da Coleta de Dados	21
2.4.4. Mensurações Antropométricas	22
2.4.5. Mensuração da Densidade Corporal	28
2.4.6. Fracionamento da Composição Corporal	30
2.4.7. Instrumentação Utilizada	30

2.4.8. Fidedignidade das Mensurações	32
2.5. Análise dos Dados	33
2.5.1. Regressão Linear Múltipla	33
2.5.2. Retirada de <i>Outliers</i>	34
2.5.3. Criação e Escolha das Equações	35
2.5.4. Validação Cruzada	35
2.5.5. Análise Diagnóstica dos Modelos de Regressão	36
2.6. Desenvolvimento de Equações Independente de Gênero	37
2.6.1. Seleção das Variáveis Antropométricas Diferenciadas	37
2.6.2. Inclusão de Variável Dicotômica	37
2.7. Desenvolvimento e Validação do IGC	38
2.7.1. Índice de Estimativa de Gordura Corporal para Homens	39
2.7.2. Índice de Estimativa de Gordura Corporal para Mulheres	40
2.8. Avaliação dos Modelos Desenvolvidos e sua Relação com a Saúde	40
III. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
3.1. Análise das Equações Nacionais	43
3.2. Características Antropométricas dos Sujeitos	44
3.3. Desenvolvimento e Validação de Equações para a Determinação da Gordura Corporal Relativa em Militares Brasileiros, com Idade entre 18 e 60 Anos	45
3.3.1. Discussão	59
3.4. Desenvolvimento das Equações para a Estimativa da % G, para Brasileiros, Independente de Gênero	60
3.4.1. Discussão	66
3.5. Resultados do Desenvolvimento de Índice Indicativo de Gordura Corporal - O IGC	66
3.5.1. Índice Indicativo de Gordura Corporal para Homens (IGCM)	66
3.5.2. Índice Indicativo de Gordura Corporal para Mulheres (IGCF)	74
3.5.3. Análise Diagnóstica das Equações	76
3.5.4. Discussão	85
3.5.5. Comparação entre os IGC Desenvolvidos e os Índices Disponíveis na Literatura, Relacionando-os com os Fatores de Risco.	86

3.5.5.1. Comparação entre o IMC e os IGC para Militares Componentes da Força de Paz do Haiti de 2005	86
3.5.5.2. Análise Comparativa da Correlação entre a % G, os IGC Desenvolvidos, do IMC, o Índice de Conicidade (IC) com os Parâmetros Antropométricos e Bioquímicos, Estimadores da Síndrome Metabólica	89
3.5.5.3. Análise da Correlação entre os IGC, Recomendados neste Estudo, o IMC, o IC e o Resultado do Teste de Capacidade Aeróbica (12 min) Aplicados nos 808 Militares do Contingente Haiti/2007	94
3.5.5.4. Discussão	94
IV. CONCLUSÃO	96
4.1. Análise de Equações para Estimar a Densidade Corporal, Massa Livre de Gordura e % de Gordura Corporal de Brasileiros	96
4.2. Desenvolvimento e Validação de Equações para a Determinação da Gordura Corporal Relativa em Militares Brasileiros com Idade entre 18 e 60 anos	97
4.3. Desenvolvimento e Validação de Equações Generalizadas para a Determinação da Porcentagem de Gordura de Brasileiros Independente de Gênero	97
4.4. Desenvolvimento do Índice de Gordura Corporal (IGC) para Homens e Mulheres brasileiros	98
4.5 Comparação Entre os IGC Desenvolvidos e os Índices Disponíveis na Literatura (IMC e IC), Relacionando-os com Fatores de Risco	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - JINDRICH MATIEGKA	2
FIGURA 2 - ALBERT BEHNKE	3
FIGURA 3 - MODIFICAÇÃO DE UM CILINDRO PERFEITO PARA CONE DUPLO	10
FIGURA 4 - FOTO TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DA MASSA CORPORAL TOTAL EM HOMENS E MULHERES	23
FIGURA 5 - FOTO TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DA ESTATURA CORPORAL EM HOMENS E MULHERES	24
FIGURA 6 - FOTO TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DO PERÍMETRO DO PESCOÇO	25
FIGURA 7 - FOTO TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DO PERÍMETRO DO BRAÇO RELAXADO	25
FIGURA 8 - FOTO TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DO PERÍMETRO DA CINTURA	26
FIGURA 9- FOTO TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DO PERÍMETRO DO ABDÔMEN	26
FIGURA 10 - FOTO TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DO PERÍMETRO DO QUADRIL	27
FIGURA 11 - FOTO TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DO PERÍMETRO SUPERIOR DA COXA	27
FIGURA 12- FOTO DO TANQUE DE PESAGEM HIDROSTÁTICA	29
FIGURA 13 - BALANÇA FILIZOLA	32
FIGURA 14 - FITA MÉTRICA	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- CLASSIFICAÇÃO DE OBESIDADE BASEADA NO IMC DA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (WHO, 2000)	9
TABELA 2 - VALORES DESCRITIVOS DOS GRUPOS DE REGRESSÃO E VALIDAÇÃO DOS HOMENS	43
TABELA 3 - VALORES DESCRITIVOS DOS GRUPOS DE REGRESSÃO E VALIDAÇÃO DAS MULHERES	44
TABELA 4 - VALORES DESCRITIVOS DOS GRUPOS GR e GV	45
TABELA 5 - CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE PERÍMETROS E % G	45
TABELA 6 - EQUAÇÕES DESENVOLVIDAS PARA A ESTIMATIVA DA GORDURA CORPORAL EM MILITARES BRASILEIROS DE 18 A 60 ANOS DE IDADE	46
TABELA 7 - COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS E CORRELAÇÃO DE PEARSON, ENTRE AS % G MEDIDAS VIA PH e AS % G, ESTIMADAS, PELAS 5 EQUAÇÕES, NO GV	46
TABELA 8 - CORRELAÇÃO DE PEARSON E TESTE T PAREADO ENTRE AS % G MEDIDAS VIA PH E AQUELAS ESTIMADAS VIA EQUAÇÕES DESENVOLVIDAS, NO GR	47
TABELA 9 - MODELOS DESENVOLVIDOS PELA REGRESSÃO LINEAR	60
TABELA 10 - CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE A G% via PH e EQUAÇÕES	60
TABELA 11 - COMPARAÇÃO ENTRE AS MÉDIAS DA G% via PH e via EQUAÇÕES	61
TABELA 12 - CÁLCULO DOS ERROS CONSTANTE E TÉCNICOS DAS EQUAÇÕES VALIDADAS	61
TABELA 13 - EQUAÇÕES DESENVOLVIDAS PARA ESTIMAR A MG	65
TABELA 14 - CORRELAÇÃO ENTRE EQUAÇÕES, % G e MG NO GRM	66
TABELA 15 - CORRELAÇÃO ENTRE A %G, MG, e AS EQUAÇÕES DO GVM	66
TABELA 16 - CORRELAÇÃO ENTRE A %G e MG (VIA PH), COM OS SOMATÓRIOS, NO GRM	70
TABELA 17 - CORRELAÇÃO ENTRE A %G e MG (VIA PH),COM OS SOMATÓRIOS, NO GVM	71

TABELA 18 - INDICES DE GORDURA CORPORAL DESENVOLVIDOS PARA HOMENS	71
TABELA 19 - CORRELAÇÃO ENTRE A %G, MG E IGC, BASEADOS EM SOMATÓRIOS, NO GRM	72
TABELA 20 - CORRELAÇÃO ENTRE A %G, MG E IGC, BASEADOS EM SOMATÓRIOS, NO GVM	72
TABELA 21 - CORRELAÇÃO ENTRE INDICES DAS EQUA,%G e MG, NO GRM	72
TABELA 22 - CORRELAÇÃO ENTRE INDICES DAS EQUA, %G e MG, NO GVM	73
TABELA 23 - RESULTADOS DA REGRESSÃO PARA ESTIMAR A MG NO GRF	74
TABELA 24 - CORRELAÇÃO ENTRE AS EQUA, A % G e a MG VIA PH, NO GRF	74
TABELA 25 - CORRELAÇÃO ENTRE AS EQUA, A % G e a MG VIA PH, NO GVF	75
TABELA 26 - CORRELAÇÃO ENTRE SOMATORIOS, %G e MG (VIA PH), no GRF	81
TABELA 27 - CORRELAÇÃO ENTRE SOMATÓRIOS, %G e MG (VIA PH), NO GVF	81
TABELA 28 - CORRELAÇÃO ENTRE OS IGC (EQUAÇÕES), % G e MG, NO GRF	82
TABELA 29 - CORRELAÇÃO ENTRE OS IGC (SOMATÓRIOS), % G e MG, NO GRF	82
TABELA 30 - CORRELAÇÃO ENTRE OS IGC (EQUAÇÕES), % G e MG, NO GVF	83
TABELA 31 - CORRELAÇÃO ENTRE OS IGC (SOMATÓRIOS), % G e MG, NO GVF	83
TABELA 32 - INDICES DE GORDURA CORPORAL DESENVOLVIDOS PARA MULHERES	84
TABELA 33 - CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DA FORÇA DE PAZ HAITI 2005	85
TABELA 34 - CORRELAÇÃO ENTRE % G, IMC, IGC 1 e IGC 6	86
TABELA 35 – VALORES DESCRITIVOS DA FORÇA DE PAZ HAITI 2007	86
TABELA 36 - CORRELAÇÃO ENTRE A % G, IGC 6, IGC 1, IMC, IRCQ e IC	88

TABELA 37 - CORRELAÇÃO ENTRE O PABDO COM O IGC6, IGC1, IMC IC	90
TABELA 38 - CORRELAÇÃO ENTRE O PADBO \geq 102 cm COM O, IGC6, IGC1, IMC e IC (N=25)	91
TABELA 39 - CORRELAÇÃO ENTRE A GLICEMIA E O IGC6, IGC1, IMC E O IC	91
TABELA 40 - CORRELAÇÃO ENTRE A TAXA DE TRIGLICÉRIDES E OS IGC1, IGC6, IMC E O IC	92
TABELA 41 - CORRELAÇÃO ENTRE O COLESTEROL HDL E OS IGC1, IGC6, IMC E IC	92
TABELA 42 - CORRELAÇÃO ENTRE A CC E OS IGC, IMC E IC	94

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – COMPONENTES DA SÍNDROME METABÓLICA SEGUNDO O NCEP – ATP III	41
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - NORMALIDADE DA EQUAÇÃO 1	48
GRÁFICO 2 - NORMALIDADE DA EQUAÇÃO 2	48
GRÁFICO 3 - NORMALIDADE DA EQUAÇÃO 3	49
GRÁFICO 4 - NORMALIDADE DA EQUAÇÃO 4	49
GRÁFICO 5 - NORMALIDADE DA EQUAÇÃO 5	49
GRÁFICO 6 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A % G, NA EQUAÇÃO 1	50
GRÁFICO 7 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A % G, NA EQUAÇÃO 2	50
GRÁFICO 8 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A % G, NA EQUAÇÃO 3	50
GRÁFICO 9 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A % G, NA EQUAÇÃO 4	50
GRÁFICO 10 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A % G, NA EQUAÇÃO 5	51
GRAFICO 11 - CORRELAÇÃO ENTRE A %G MEDIDA E A %G ESTIMADA, NA EQUAÇÃO 1	51
GRAFICO 12 - CORRELAÇÃO ENTRE A %G MEDIDA E A %G ESTIMADA, NA EQUAÇÃO 2	51
GRAFICO 13 - CORRELAÇÃO ENTRE A %G MEDIDA E A %G ESTIMADA, NA EQUAÇÃO 3	52
GRAFICO 14 - CORRELAÇÃO ENTRE A %G MEDIDA E A %G ESTIMADA, NA EQUAÇÃO 4	52
GRAFICO 15 - CORRELAÇÃO ENTRE A %G MEDIDA E A %G ESTIMADA, NA EQUAÇÃO 5	52
GRAFICO 16 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E PABDO ^{1/2}	53
GRAFICO 17 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E MC ^{1/2}	53
GRAFICO 18 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A SOMA (PABDO + MC + ID)	53
GRAFICO 19 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A ID	54
GRAFICO 20 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A MC	54

GRAFICO 21 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O PABDO	54
GRAFICO 22 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O 1/PABDO	55
GRAFICO 23 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A ID	55
GRAFICO 24 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A MC	56
GRAFICO 25 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O PABDO	56
GRAFICO 26 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A ID	56
GRAFICO 27 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O PABDO ^{1/2}	57
GRAFICO 28 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A MC ^{1/2}	57
GRÁFICO 29 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O PABDO ^{1/2}	57
GRAFICO 30 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A MC ^{1/2}	58
GRÁFICO 31 - NORMALIDADE DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO 3	62
GRÁFICO 32 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A VARIÁVEL INDEPENDENTE	62
GRÁFICO 33 A 36 – RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E AS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (MC ² , PABDO/PCINT, AA e EST)	63
GRÁFICO 37 - NORMALIDADE DOS RESÍDUOS STUDENTIZADOS DA EQUAÇÃO 5	63
GRÁFICO 38 – RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A % G ESTIMADA NA EQUAÇÃO 5	64
GRÁFICOS 39 A 42 – RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS STUDENTIZADOS E AS VARIÁVEIS INDEPENDENTES (PABDO/PCINT, AA, MC ² e EST ^{1/2})	64
GRÁFICO 43 – NORMALIDADE DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO 1	67
GRÁFICO 44 – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS EM RELAÇÃO À MG DA EQ 1	67
GRÁFICO 45 – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS EM RELAÇÃO A PABDO ² DA EQ1	67
GRÁFICO 46–DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS EM RELAÇÃO A ID ² DA EQ 1	67
GRÁFICO 47–ASSOCIAÇÃO ENTRE A MG VIA PH e a MG ESTIMADA PELA EQ1	68
GRÁFICO 48 – NORMALIDADE DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO 2	68
GRÁFICO 49 - DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS EM RELAÇÃO À MG DA EQUAÇÃO 2	68
GRÁFICO 50 - DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS EM RELAÇÃO À MC DA EQUAÇÃO 2	69
GRÁFICO 51 - DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS EM RELAÇÃO A PABDO ²	69

DA EQUAÇÃO 2	
GRÁFICO 52 - ASSOCIAÇÃO ENTRE A MG VIA PH e a MG ESTIMADA PELA EQUAÇÃO 2	69
GRÁFICO 53 - NORMALIDADE DOS RESÍDUOS STUDENTIZADOS	75
GRÁFICO 54 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A VARIÁVEL DEPENDENTE	75
GRÁFICO 55 - CORRELAÇÃO ENTRE A MG (VIA PH) E A MG (ESTIMADA)	76
GRÁFICOS 56 e 57 - CORRELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O PCINT2 E MC2, RESPECTIVAMENTE	76
GRÁFICO 58 - NORMALIDADE DOS RESÍDUOS STUDENTIZADOS	76
GRÁFICO 59 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A VARIÁVEL DEPENDENTE	77
GRÁFICO 60 - CORRELAÇÃO ENTRE A MG (VIA PH) E A MG (ESTIMADA)	77
GRÁFICOS 61 e 62 - CORRELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O PCINT ² E MC, RESPECTIVAMENTE	77
GRÁFICO 63 - NORMALIDADE DOS RESÍDUOS STUDENTIZADOS	78
GRÁFICO 64 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A VARIÁVEL DEPENDENTE	78
GRÁFICO 65 - CORRELAÇÃO ENTRE A MG (VIA PH) E A MG (ESTIMADA)	78
GRÁFICOS 66 e 67 - CORRELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O PCINT E MC ² , RESPECTIVAMENTE	79
GRÁFICO 68 - NORMALIDADE DOS RESÍDUOS STUDENTIZADOS	79
GRÁFICO 69 - RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A VARIÁVEL DEPENDENTE	79
GRÁFICO 70 - CORRELAÇÃO ENTRE A MG (VIA PH) E A MG (ESTIMADA)	80
GRÁFICOS 71, 72 e 73 - CORRELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O PCINT ² E MC, RESPECTIVAMENTE	80
GRÁFICO 74 - RELAÇÃO ENTRE A % G e o IMC	87
GRÁFICO 75 - RELAÇÃO ENTRE % G O IGC 1	87
GRÁFICO 76 - RELAÇÃO ENTRE % G O IGC 6	87
GRAFICO 77 - CORRELAÇÃO ENTRE % G E O IGC 6	89
GRAFICO 78 - CORRELAÇÃO ENTRE % G E O IGC 1	89
GRAFICO 79 - CORRELAÇÃO ENTRE % G E O IMC	90
GRAFICO 80 - CORRELAÇÃO ENTRE % G E O IC	90

GLOSSÁRIO

Cineantropometria – Segundo Malina⁶², é a disciplina que se originou da Antropometria e da Biometria, tendo o objetivo de estudar as medidas do homem, em uma variedade de perspectivas morfológicas, sua aplicação ao movimento, em suas variadas formas, além dos fatores que influenciam no movimento.

Composição Corporal - Geralmente, o corpo humano é dividido em dois ou quatro componentes: Gordura e Massa Livre de Gordura (modelo de dois componentes) ou Massa Gorda, Massa Óssea, Massa Muscular e Massa Residual (modelo de quatro componentes), segundo Heyward & Stolarczyk²⁰.

Densidade Corporal (D) – A densidade (D) é a massa por unidade de volume do corpo¹⁸.

Dobra Cutânea (DC) – É uma medida de duas camadas de pele mais a gordura subcutânea adjacente, determinando a espessura total do tecido subcutâneo²⁰.

Equação de Predição – É uma fórmula matemática, derivada da análise de regressão entre a técnica padrão e as variáveis preditivas, regressão esta que gera uma fórmula utilizada para calcular componentes corporais (% G, D e MLG)²⁰.

Equações Específicas – São equações preditivas obtidas em estudos realizados em grupos homogêneos específicos, adequadas para avaliar grupos com características semelhantes²⁰.

Equações Generalizadas - São equações preditivas obtidas em estudos realizados com grupos heterogêneos; sendo utilizadas para avaliar grupos com características variadas²⁰.

Massa Corporal (MC) – É a massa total do corpo, incluindo seus componentes principais, os músculos, os ossos e a gordura¹⁸.

Massa Gorda (MG) – A MG compreende toda a gordura presente no corpo, sendo, portanto, a soma da gordura que se encontra no tecido subcutâneo acrescida da gordura essencial³⁴.

Massa Corporal Magra (MCM) – É a MC, incluindo a gordura essencial, menos a massa de gordura³⁹.

Massa Livre de Gordura (MLG) - É a MC, isenta de qualquer gordura¹⁸.

Percentual de Gordura Corporal (%G) – É a quantidade de gordura corporal relativa, expressa em porcentagem, da massa corporal. Para este estudo, a % G, será estimada pela equação de Siri (1961), onde $\%G = (4,95/D - 4,5) \times 100$ ³⁴.

Pesagem Hidrostática (PH) – É um método indireto, não invasivo, realizado em laboratório, para determinar a densidade do corpo através do princípio de Arquimedes, onde um corpo, imerso em fluido, perde uma quantidade de peso equivalente ao peso de fluido deslocado ⁶³.

Perímetro (P) – É uma medida linear, realizada circunferencialmente, geralmente utilizada em partes específicas do corpo ⁶⁴.

Técnica Antropométrica - É um procedimento no qual se realizam medidas corporais, tais como dobras cutâneas, perímetros musculares e diâmetros ósseos, para futura utilização em equações para estimativa da D e/ou %G ³⁴.

Validação Cruzada – Técnica estatística utilizada para testar a validade externa dos métodos desenvolvidos para estimar composição corporal e sua capacidade de predição ²⁰.

Análise Diagnóstica (AD) - Através da análise diagnóstica realiza-se a análise do modelo de regressão ^{65,66}, a fim de se detectar possíveis erros no modelo matemático. Esta análise é realizada, primeiramente, verificando-se: o gráfico da normalidade dos resíduos Studentizados; a correlação e a diferença entre as médias da variável observada (PH) e a predita (EQ); e a correlação gráfica entre os resíduos Studentizados e as respostas preditas, além de entre os resíduos Studentizados e as variáveis independentes de cada equação ^{67,68}. Observando os padrões gráficos entre essas variáveis, pode-se analisar os erros no modelo matemático e a qualidade matemática do mesmo.

Variável Dependente – Variável estimada ou variável resposta, que é estimada por meio do modelo matemático de regressão, composto por uma ou mais variáveis que causam efeito sobre a mesma ⁶⁵.

Variável Dependente Predita (\hat{Y}) - Variável estimada predita pelo modelo de regressão.

Variável Dependente Observada (Y) - Variável observada, a partir da técnica *Gold Standard* ⁶⁹ ou critério.

Variável Independente – Variável que é significativamente relacionada com a variável dependente, causando efeito comprovado sobre a mesma ⁶¹.

Regressão Linear Simples – É um modelo matemático em que a variável dependente (Y) é estimada por uma única variável independente (X) ⁶⁹, por exemplo: $Y = a \pm bX$.

Regressão Linear Múltipla – É um modelo de regressão em que Y é estimada por mais de uma variável X, ou seja, a regressão múltipla é a técnica adequada para se verificar o efeito simultâneo de vários fatores sobre uma variável dependente ⁶⁹. Ex: $Y = a \pm b(X_1) \pm c(X_2)$.

Resíduo (ϵ) – É a diferença entre o valor observado (Y) e o valor predito pela regressão (\hat{Y}), ou seja, $\epsilon = Y - \hat{Y}$ ⁶⁶.

Resíduo Studentizado - É o resíduo ajustado dividido pela estimativa do seu desvio padrão. É muito importante na técnica de detecção de *outliers* ⁷⁰.

Colinearidade – É a forte relação entre as variáveis dependentes. Esta relação pode causar problemas de estimativa nos coeficientes de regressão ⁶⁶.

Independência - Quando não há relação na distribuição dos resíduos em relação às variáveis dependentes do modelo de regressão ⁶⁵.

Transformações Matemáticas dos Dados - São ajustes realizados nas variáveis, com o intuito de estabilizar a variância, no caso de heterocedasticidade, normalizar a variável Y e linearizar o modelo de regressão ^{65,66}.

As transformações matemáticas podem ser de quatro tipos:

Logarítmica = $Y' = \text{Log } Y$

Quadrática = $Y' = (Y)^{1/2}$

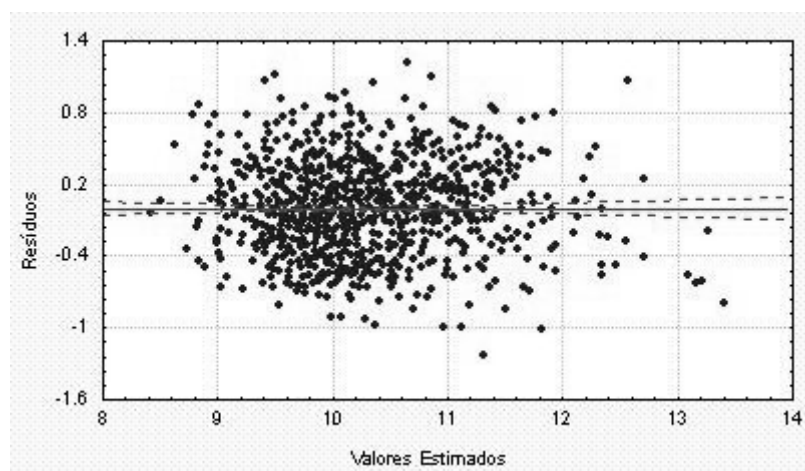
Inverso = $Y' = 1/Y$

Quadrado = $Y' = Y^2$

Homocedasticidade – Homocedasticidade é a variância constante dos resíduos. Esta é uma propriedade fundamental, que deve ser garantida, sob pena de invalidar toda a análise estatística. Deseja-se que os erros sejam aleatórios, ou seja, não devem ser relacionados com as variáveis dependentes e independentes da regressão ⁶⁶.

No Gráfico abaixo, pode-se visualizar a distribuição dos resíduos quando há igualdade de variância, isto é, os resíduos distribuem-se aleatoriamente e equitativamente em torno do valor ZERO ⁶⁶.

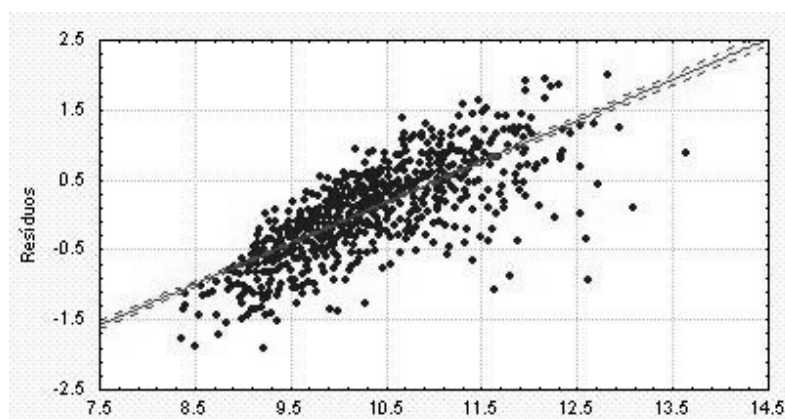
TESTE DE IGUALDADE DE VARIÂNCIA.



Heterocedasticidade – Se a igualdade de variância não ocorrer, conclui-se que há heterocedasticidade. Significa dizer que as chances de ocorrerem erros grandes (ou pequenos) variam conforme o tipo de variável dependente ou independente que se usa no modelo de regressão. As conseqüências da heterocedasticidade são que as estimativas dos parâmetros da regressão ($a_0, a_1, a_2, \dots, a_k$) são ineficientes e as estimativas das variâncias são tendenciosas. Neste caso, os resultados da regressão não são confiáveis, ou seja, o modelo pode parecer bom, mas ele não é adequado aos dados, na verdade ⁷⁰.

No Gráfico, a seguir, pode-se observar que existe alguma tendência (crescimento/decrescimento/oscilação), então há heterocedasticidade. Havendo heterocedasticidade, o modelo deve ser modificado, trocando-se as variáveis ou ajustando-se, matematicamente, as existentes ⁷⁰.

TESTE DE IGUALDADE DEVARIÂNCIA



Outlier - É um valor, de um conjunto de valores da coleta de dados, que é atípico e pode afetar os resultados de um estudo. Os *outliers* podem ser identificados por meio de gráficos e/ou pelos valores dos resíduos ($\pm 3,00$) ⁶⁶.

Síndrome Metabólica¹⁰ (SM) - É um transtorno complexo, caracterizada por um conjunto de fatores de risco cardiovasculares, relacionados com resistência à insulina e obesidade abdominal. É importante assinalar a associação da SM com doença cardiovascular, aumentando a mortalidade geral em cerca de 2 vezes e a cardiovascular em 3 vezes.

I INTRODUÇÃO

1.1 O PROBLEMA

O assunto do dia é a relação entre a gordura e a saúde, a obesidade, o sobrepeso, a quantidade de gordura corporal e os fatores de risco de doenças coronarianas¹⁻³. Mas sobre o que estão falando e/ou estudando? Sobre que grau de obesidade estão falando? Quanto ela causa de distúrbio?

Mundialmente, se discute a obesidade, pois ela não se resume somente ao problema de aumento ou de redução da gordura corporais, já que tem afetado, de uma forma indireta, a economia dos países, inclusive pelo afastamento precoce de trabalhadores por doenças associadas⁴. A obesidade deixou de ser uma questão individual, passando a ser um problema de saúde pública.

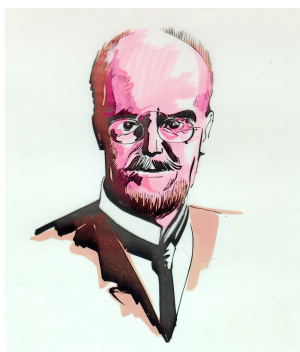
Vários estudos apontam a obesidade como sendo o principal fator de risco de doenças crônicas e de mortalidade, inclusive no Brasil^{5,6,8}. A obesidade e a distribuição de gordura corporal (aumento de gordura central) estão associadas a vários fatores de risco⁴, ao resultado de testes de cognição¹¹ e são importantes preditores de morbidade e de mortalidade por doença arterial coronariana, por hipertensão arterial, por síndrome metabólica e por diabetes melito tipo 2⁷. Ali & Crowther¹², além disto, demonstraram forte correlação entre a quantidade de gordura subcutânea e a resistência à insulina. O acúmulo de gordura na região central do corpo foi considerado, não só como um preditor de doença cardiovascular, mas como um fator de risco de alta sensibilidade nesta predição⁴.

Sabe-se, porém, que os pontos de corte, determinados pela Organização Mundial de Saúde, para a distribuição de gordura corporal, não devem ser de uso generalizado como preditores de doença coronariana, tendo em vista que podem ser influenciados pela etnia, pelo gênero e pela idade¹³⁻¹⁵.

As influências no tamanho e nas proporções ocorrem de forma desigual, no corpo humano, seja pela influência dos fatores relacionados acima, seja pelo desenvolvimento desigual dos componentes corporais, que devem ser considerados.

O fracionamento dos componentes corporais foi realizado, pela primeira vez, por Jindrich Matiegka (Figura 1), que, como decano do corpo docente de ciência (1921-1922) da Charles University, em Praga, publicou, entre centenas de estudos, um clássico na Prova de Eficiência Física, em 1921¹⁶.

FIGURA 1
JINDRICH MATIEGKA.



Fonte: Ross, Carr & Carter ¹⁶

Nesse estudo¹⁶, Matiega (1921) apresentou a divisão dos componentes corporais da seguinte forma:

$$W = O + D + M + R$$

onde,

W = Massa corporal total; O = Peso do esqueleto (ossos); D = Massa do tecido gorduroso subcutâneo; M = Músculos do esqueleto; e R = Resto do peso do corpo, que é igual à subtração do peso total menos a soma de (O + D + M).

Durante muitos anos, foram utilizadas, para estimar os limites de obesidade, as tabelas de massa corporal e de estatura, até que, na década de 1940, um estudo realizado por Welham & Behnke¹⁷, com 25 jogadores profissionais de futebol americano, considerou que 17 deles estariam inaptos para o serviço militar, pois seriam considerados obesos de acordo com a tabela de massa corporal e estatura. Os autores relataram que a maioria dos atletas possuía baixa quantidade de gordura corporal, sendo o excesso de massa corporal total devido a uma grande quantidade de massa corporal magra¹⁸, ou seja, desenvolvimento músculo-esquelético e não excesso de gordura¹⁹. Este estudo foi um dos primeiros a demonstrar que a massa corporal total em excesso não caracteriza somente a obesidade.

Assim, concluiu-se, já naquela época, que o valor da massa corporal (MC) e da estatura (EST), por si só, não são referenciais adequados para estimar a quantidade de gordura corporal, já que pessoas com uma mesma área corporal, massa, estatura, idade e gênero, podem se apresentar com teor de gordura diferenciado. Portanto, devem ser utilizados métodos que possam fornecer dados sobre os elementos principais, em separado, que perfazem a composição corporal, já que conhecê-los, separadamente, pode ser de importância primordial para a saúde, como é o caso do conhecimento da gordura corporal²⁰.

FIGURA 2
ALBERT BEHNKE.



Fonte: Ross, Carr & Carter¹⁶

Com o estudo de Behnke (Figura 2), a massa corporal e a estatura deixaram de ser considerados referência da obesidade, passando os componentes corporais, ou seja, a massa gorda (MG), a massa muscular (MM), a massa óssea (MO) e o resto dos tecidos, chamados por Matiega (1921) de massa residual (MR), a despertar maior interesse no sentido de diferenciar os sujeitos.

As diferenças apresentadas no perfil corporal são provenientes da relação entre tamanho e estrutura corporais, meio ambiente, alimentação e tipo de atividade física¹⁸⁻²¹. Portanto, essas diferenças têm que ser mensuradas e levadas em consideração²².

Além de avaliar a quantidade total e regional de gordura corporal, para identificar riscos à saúde, são várias as aplicações da medida da composição corporal^{20,23}:

- Monitorar mudanças na composição corporal, associadas a certas doenças;
- Avaliar a eficiência de intervenções nutricionais e de exercícios físicos na alteração da composição corporal;
- Estimar a MC ideal de atletas e não- atletas;
- Formular recomendações dietéticas e prescrições de exercícios físicos;
- Monitorar mudanças na composição corporal associadas ao crescimento, ao desenvolvimento, à maturação e à idade; e
- Identificar os riscos à saúde associados ao excessivamente baixo ou alto nível de gordura total do corpo.

Buscando informações mais detalhadas sobre a quantidade de gordura corporal e dados importantes associados a ela, vários estudos foram realizados, no Brasil e no

mundo, para fracionar a massa corporal (MC) em vários compartimentos, sendo o modelo de dois compartimentos, ou seja, a massa gorda (MG) e a massa livre de gordura (MLG), o mais comum²⁰.

Para se quantificar a composição corporal, são usados métodos diretos e indiretos, sendo o único método direto a dissecação de cadáveres (*in vitro*)¹⁶. Os métodos indiretos (*in vivo*) implicam em testes realizados dentro e fora de laboratórios.

Alguns métodos de laboratório, bem sofisticados, são utilizados, hoje em dia, para estimar a gordura corporal, dentre eles: condutividade elétrica do corpo (bioimpedância), ultra-sonografia e *scanner* com raios infravermelhos. São, também, métodos de maior sofisticação os que se utilizam de: absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA), densitometria, pletismografia, hidrometria, espectometria, tomografia computadorizada, ressonância magnética, ativação de nêutrons, interactância de raios infravermelhos, antropometria, excreção de creatinina, creatinina sérica, absorção fotônica, radiografia e 3-metil-histidina urinária^{19,24-27}.

Apesar da disponibilidade dessa variedade de métodos desenvolvidos para estimar a composição corporal, bem precisos e modernos, seus usos não são recomendados para avaliar um grande número de pessoas, pois utilizam equipamentos caros, gastam um tempo considerável, além de necessitarem necessitam de profissionais altamente qualificados²⁴.

A busca de técnicas mais fáceis e bem mais econômicas fez com que vários profissionais procurassem solução prática e menos dispendiosa nos métodos antropométricos, que preconizam o uso de medidas de dobras cutâneas, de perímetros musculares, de diâmetros ósseos, assim como seu tratamento matemático para a estimativa da composição corporal²¹.

A grande maioria dos métodos antropométricos para a determinação e o fracionamento da composição corporal foi desenvolvida tendo, como referência, o método da Pesagem Hidrostática (PH)²³.

A PH tem sido considerada como o método de laboratório não-invasivo mais aceito para os estudos da composição corporal²⁸⁻³⁰. Mesmo após todas as adaptações que o método original já sofreu, ele é, ainda hoje, considerado o padrão ouro³¹.

Dentre os métodos antropométricos, as equações, baseadas em medidas de dobras cutâneas, são as mais desenvolvidas, devido à grande correlação entre a gordura subcutânea e a MG calculada através da densidade corporal (DC), medida por meio da PH.

O uso de medidas antropométricas pode estimar, com certa confiabilidade, a associação entre a porcentagem de gordura (% G) e o risco coronariano, sendo utilizadas como variáveis independentes em equações desenvolvidas especialmente para grupos ou populações, respeitando as diferenças étnicas, o gênero e a idade^{23,24,32,33}.

Existem equações específicas e generalizadas. Ambas estimam a DC ou % G. A diferença é que as equações específicas servem apenas para populações específicas, com pouca amplitude de idade, estatura e MCT. Já as generalizadas, servem para populações com grande espectro de idade, MCT e estatura³⁴.

No Brasil, vários estudos foram desenvolvidos para fracionar a composição corporal de brasileiros, entre eles os de: Dartagnan Pinto Guedes³⁶; Édio Luiz Petroski e Pires Neto³⁷; Anatole Barreto Rodrigues de Carvalho e Pires Neto³⁸; Ciro Romélio Rodriguez-Añez e Pires Neto³⁹; Renato Shoei Yonamine e Pires Neto⁴⁰; Marcelo Salem, Fernandes Filho e Pires Neto⁴¹; e Marcelo Salem et al.⁴².

Esses estudos, em sua maioria, desenvolveram e validaram equações para estimar a % G, a densidade corporal (D) e a massa livre de gordura (MLG), a partir de variáveis antropométricas, como dobras cutâneas (DC), perímetros corporais (P) e diâmetros ósseos (DO)²¹.

Apesar da facilidade em se utilizar medidas antropométricas, quando se trata de avaliar um grande número de sujeitos, como é o caso dos estudos de saúde pública, o uso de equações, baseadas em dobras cutâneas, pode não ser o instrumento mais prático para se estimar a quantidade e a distribuição da gordura corporal.

Vários aspectos devem ser considerados quando são utilizadas equações baseadas em dobras cutâneas. Estas considerações foram feitas e listadas no artigo apresentado no ANEXO V, onde foi realizada uma pequena análise, discorrendo sobre a utilização dessas variáveis, em instrumentos, para o relacionamento da composição corporal e a saúde nos estudos populacionais.

Além da análise realizada pelo artigo que compõe esta tese, Heyward & Stolarczyk²⁰ relatam, também, que a utilização de dobras cutâneas, para estimar a gordura corporal de obesos, afeta a relação entre o somatório das dobras e a Densidade (D) utilizada para o cálculo da composição, o que ocorreria pelas seguintes razões:

- A pegada da dobra no ponto anatômico correto para indivíduos obesos é muito difícil;
- Algumas dobras cutâneas são maiores do que a abertura máxima da maioria dos compassos, dificultando a medida; e

- Por serem difíceis de medir, as dobras dos obesos podem gerar erros bem maiores, tanto no resultado do aparelho, quanto na leitura para os avaliadores.

O uso de equações, baseadas em dobras cutâneas, para a estimativa da composição corporal de pessoas obesas enfrenta um problema crítico na análise diagnóstica (AD), pois, após a tentativa de validação de equações específicas⁴³ e generalizadas^{28,29} para sujeitos obesos e com sobrepeso, demonstrou-se que o uso de medidas de dobras cutâneas, no cálculo de composição corporal, base das equações, tem sua utilização limitada. Apesar de indivíduos obesos participarem do desenvolvimento das equações, os autores^{29,44} alertaram que a utilização dessa equação, para indivíduos cuja soma das sete dobras cutâneas excedesse 272 mm, poderia causar erros acima dos aceitáveis.

Outros fatores podem alterar os resultados das medidas de dobras, ou seja, o resultado da quantidade e da distribuição da gordura corporal, criando uma expectativa errônea em relação à associação da mesma ao risco coronariano, em seus fatores interligados. Esses fatores são:

- 1) **O tipo de adipômetro usado na avaliação**³¹: dependendo do aparelho utilizado e do critério de leitura dos ponteiros, podem ocorrer discrepâncias em leituras da mesma dobra cutânea, como, por exemplo, podemos citar os compassos Lange, cuja escala é de 0,5 mm e o Harpenden, cuja escala é de 0,2 mm¹⁹;
- 2) **A utilização de aparelhos diferentes em diferentes avaliações em um mesmo paciente**: existem diferenças básicas de um aparelho para outro, sendo a manutenção da padronização dos instrumentos muito importante para a reprodutibilidade das medidas;
- 3) **A experiência do avaliador**: avaliadores inexperientes embutem erros nos valores obtidos na pegada das dobras. Isso ocorre por vários motivos, dentre eles, pode-se citar a diferença na pegada de cada dobra, tanto em relação ao erro de pegada, como também, em relação a diferença na pressão exercida e o tempo demasiado para realizar a leitura;
- 4) **A troca de avaliadores, em diferentes avaliações, no mesmo paciente**: esta troca pode causar diferenças na padronização da utilização dos instrumentos e da metodologia da avaliação;
- 5) **A calibragem do adipômetro**²⁴: aparelhos descalibrados apresentam valores inválidos na tomada da dobra, pois não mantém a pressão padronizada de 10mm/g²;

- 6) **A modificação dos pontos anatômicos, em diferentes avaliações, no mesmo paciente:** para que os valores sejam reprodutíveis, os pontos anatômicos das dobras devem ser os mesmos em todas as avaliações e, ainda, os mesmos citados no protocolo da avaliação da equação utilizada;
- 7) **O não cumprimento do protocolo padrão de avaliação de uma medida para outra, no mesmo paciente:** como discutido anteriormente, a padronização de instrumentos e do protocolo de mensuração são muito importantes para que a reprodutibilidade seja alcançada e as medidas sejam válidas;
- 8) **A diferença do estado nutricional do paciente, de uma avaliação para outra:** a preocupação com a padronização não deve ser direcionada somente para os instrumentos e/ou protocolo, mas, também, para o avaliado, que deve ser medido nas mesmas condições, ou seja, no mesmo horário e condições de hidratação das avaliações anteriores;
- 9) **A influência de variáveis intervenientes não controladas pelo avaliador:** por mais que se tente padronizar as avaliações, podem ocorrer modificações no estado do avaliado, de uma avaliação para a outra, que o mesmo não relatou, como, por exemplo, omitir a realização de uma dieta ou a realização de atividade física, momentos antes da avaliação; e
- 10) **O erro aleatório embutido pelos avaliadores**²⁴: o erro das medidas, realizadas por avaliadores inexperientes, ocorrem de forma aleatória. Eles ocorrem no momento da tomada das dobras e agregam erros prejudiciais aos resultados da avaliação, podendo comprometer todo o trabalho.

Considerando os comentários acima, parece ser mais viável utilizar equações antropométricas com base em perímetros corporais, pois, além de eliminarem os erros causados pela utilização incorreta das dobras cutâneas, são bem mais fáceis de medir, causando menos distorções. Além disto, as medidas de perímetros são diretamente afetadas pela massa gorda, pela massa muscular e pelo tamanho ósseo²⁰.

O cálculo da composição corporal, utilizando medidas de perímetros, gera uma margem de erro individual de 2,5 a 4% de gordura. Esta margem de erro é considerada baixa, pois inúmeras vantagens podem ser levantadas ao se utilizar tais medidas, entre elas: a não necessidade de instalações laboratoriais, pois as medidas são muito fáceis de realizar (protocolo de avaliação bem simples); são menos influenciadas pela inexperiência do avaliador; e, por fim, necessitam somente de uma fita métrica apropriada¹⁸, instrumento que pode ser facilmente adquirido.

Assim, a medição dos perímetros corporais proporciona uma avaliação de gordura corporal livre das limitações geradas pelo método de medição de dobras cutâneas.

Além das equações desenvolvidas para estimar a composição corporal, são, também, amplamente utilizados Índices Antropométricos para relacionar o tamanho e a forma corporais com a saúde, como comprovado pela Organização Mundial de Saúde⁴⁵, que recomenda as medidas do Índice de Massa Corporal (IMC), da circunferência abdominal e da relação cintura quadril, como medidas que devem ser utilizadas para se associar a composição corporal ao risco coronariano⁴.

Tornou-se comum, assim, o uso indiscriminado de valores fisiológicos absolutos, expressos por massa corporal (MC) e estatura (EST), que são utilizados na construção de índices corporais, tais como o já citado IMC, o Índice de Conicidade (IC) e o Índice de Relação Cintura-Quadril (IRCQ).

O IMC é um índice que avalia a proporção do peso do corpo para a altura, em metros ao quadrado, ou seja: $MC \times Estatura^{-2}$, sendo utilizada a MC, em Kg, e a estatura, em metros²⁴. Foi desenvolvido para a avaliação de grandes efetivos populacionais, pois sua medida é fácil e rápida. Mas o IMC não discrimina a quantidade de gordura corporal, nem tampouco sua distribuição⁴⁶. Desta forma, como já descrito, indivíduos com bom desenvolvimento músculo-esquelético podem apresentar IMC elevado, sendo erroneamente classificados como obesos, o que pode ser constatado pela classificação utilizada, atualmente, para descrever obesidade em homens e em mulheres, conforme apresentado na Tabela 1.

TABELA 1
CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE ADULTOS COM BASE NO
IMC A PARTIR DOS PONTOS DE CORTE PROPOSTOS PELA OMS⁴⁵.

IMC (kg.m ⁻²)	Estado Nutricional (WHO, 2000)
< 16	Baixo Peso
16 – 17	
17 – 18,5	
18,5 – 25	Normal
25 – 30	Pré-obesidade
30 – 35	Obesidade I
35 – 40	Obesidade II
≥ 40	Obesidade III

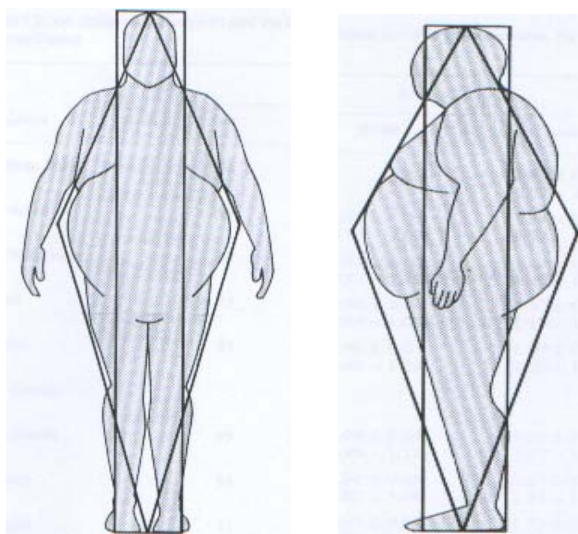
Essa classificação não deveria ser aplicada a populações específicas, como é o caso dos atletas e militares, onde há uma prática de atividade física em maior intensidade e frequência, se comparada à população geral.

Em avaliação realizada pelo Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército, para quantificar a composição corporal de 1000 militares, de um Batalhão de Infantaria componente da Força de Paz no Haiti, 613 apresentaram o IMC $\leq 24,90$; 317 o IMC de 25,00 a 29,90; e 60 o IMC $> 30,00$.

Apesar de quase 40% dos militares apresentarem IMC superior a 25,00 Kg/m², aparentemente, nenhum deles teve dificuldades nos testes físicos, nem características físicas de obesidade.

Outro índice utilizado para quantificar a obesidade é o Índice de Conicidade (IC). Este é um índice que tem por objetivo identificar a distribuição da gordura e o risco de doenças⁴⁶. Baseia sua técnica na idéia de que o corpo humano muda do formato de um cilindro para o de um "cone duplo", com o acúmulo de gordura ao redor da cintura (Figura 3). O IC é calculado através da equação: circunferência da cintura em metros / $0,109\sqrt{(PC/AL)}$, onde PC é a massa corporal (kg) e AL é altura (m). A faixa teórica do índice C é de 1,00 a 1,73, partindo de um cilindro perfeito para um cone duplo perfeito.

FIGURA 3

MODIFICAÇÃO DE UM CILINDRO PERFEITO PARA CONE DUPLO⁴⁶.

O IC aumenta de acordo com o acúmulo de gordura na região central do corpo, isto é, quanto mais próximo de 1,73, maior o acúmulo de gordura abdominal, aumentando, desta maneira, o risco de doenças graves⁴⁶. Na mesma avaliação citada anteriormente, os 1000 militares apresentaram os IC Mín = 1,052, IC Máx = 1,447 e IC \bar{X} = $1,202 \pm 0,064$ (para $p \leq 0,05$).

Pode-se, ainda, encontrar, na literatura, o Índice de Relação Cintura Quadril (IRCQ). Este índice é fortemente associado à quantidade de gordura visceral⁴⁷, que, em contrapartida, se associa ao risco coronariano, à síndrome metabólica, ao diabetes e a outras doenças, como referenciado anteriormente.

O IRCQ é obtido simplesmente dividindo-se o perímetro da cintura pelo do quadril, ou seja: $IRCQ = \text{perímetro da cintura} / \text{perímetro do quadril}$.

Meisinger et al.⁴⁸ comprovaram, em um estudo de coorte, onde foram avaliados 3055 homens e 2957 mulheres, entre 35 a 74 anos, que a $RCQ \geq 0,97$ (homens) e $RCQ \geq 0,85$ (mulheres) aumentam fortemente os riscos associados ao desenvolvimento de diabetes tipo 2, e que a adiposidade abdominal, medida por meio da circunferência abdominal, provou, também, estar fortemente relacionada com o desenvolvimento da mesma doença.

Com as descobertas recentes, de que o acúmulo de gordura na região central do corpo apresenta, sozinho, maior sensibilidade na indicação de risco cardiovascular⁴, alguns autores consideram que não há necessidade de se usar o ircq para detecção de fatores de risco, pois a circunferência da cintura, por si só, seria melhor preditora da gordura visceral, sendo a circunferência do quadril influenciada apenas pela gordura

subcutânea²⁰. tal fato deve ser considerado, pois, para uma pessoa que possui acúmulo de gordura no quadril, os resultados serão imprecisos.

Uma questão importante a ser considerada, na utilização de índices baseados em medidas antropométricas, é que não há consenso sobre o local correto de medida do abdômen e da cintura.

Alguns autores, como Carneiro et al.⁷, utilizam, como circunferência da cintura, o perímetro horizontal na altura da cicatriz umbilical. Rezende et al.⁴⁹, em estudo relacionando o IMC e a circunferência abdominal com o risco coronariano, consideram a circunferência abdominal como sendo a menor curvatura localizada entre as costelas e a crista ilíaca. A ISAK³² considera que o ponto anatômico para a medida da cintura é a menor circunferência entre o último arco costal e a crista ilíaca. A medida abdominal é padronizada, internacionalmente³², como sendo a circunferência horizontal medida exatamente em cima da cicatriz umbilical.

Isto também ocorre em relação aos pontos de corte associados a risco, pois para o perímetro da cintura, o Programa Nacional de Educação em Colesterol⁵⁰ (NCEP), nos Estados Unidos da América, considera que valores maiores ou iguais a 102 e 88 cm, para homens e mulheres respectivamente, são considerados fatores de risco para a síndrome metabólica. Em contrapartida, a Federação Internacional sobre Diabetes, em maio de 2006, sugeriu que os critérios, para o mesmo risco, podem variar de acordo com a etnia, sendo considerado, para os europeus, os valores acima de 94 e 80 cm, para os asiáticos, 90 e 80 cm, e para japoneses, 90 e 85cm, para homens e mulheres, respectivamente⁵¹.

Para que não haja problemas na padronização, a Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria (ISAK) regula os protocolos das medidas antropométricas, a nível internacional, mas não impede que estudos sejam feitos utilizando-se protocolos diferentes dos padronizados, como é o caso de Carneiro et al.⁷ e Rezende et al.⁴⁹.

Já em relação aos pontos de corte para medidas antropométricas, a ISAK recomenda que sejam realizados estudos para definir os pontos específicos para cada modelo matemático utilizado para associação com as doenças³².

Apesar da recomendação dos índices apresentados acima, o fracionamento da composição corporal, segundo vários estudiosos, parece ser o método mais apropriado para se estimar a quantidade e a distribuição de gordura, bem como suas modificações^{21,23,24,32}.

Independente do método utilizado, as autoridades de saúde, preocupadas com o problema mundial da obesidade que atinge diversos segmentos da sociedade, vêm divulgando, por meio dos meios de comunicação, a importância da manutenção da saúde, em todos os níveis, sendo uma das preocupações prioritárias o crescente aumento da gordura corporal em homens e em mulheres.

Faz-se necessário, portanto, que se desenvolva um método para quantificar a composição corporal, a quantidade de gordura, assim como sua distribuição e sua associação ao risco, que seja de simples utilização, de baixo custo, que possa ser aplicado em qualquer ambiente, por qualquer profissional de saúde, em qualquer sujeito, em todas as regiões do país e, ainda, que possa estimar resultados com boa precisão, não criando expectativas erradas em relação à saúde de nenhum brasileiro.

Considerando o acima exposto, este estudo se propôs a desenvolver e validar Equações e Índices, baseados em variáveis antropométricas de simples medida, para, futuramente, utilizar suas estimativas nas correlações entre a quantidade, a distribuição de gordura, a saúde e o risco coronariano, com a grande vantagem se obter resultados baseados em um instrumento desenvolvido para brasileiros.

1.2. OBJETIVO DO ESTUDO

1.2.1. Objetivo Geral

Desenvolver e validar equações para a estimativa da gordura corporal relativa, para militares brasileiros, a partir de medidas antropométricas.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Avaliar a densidade corporal de homens e mulheres brasileiros, através da pesagem hidrostática;
2. Definir o perfil antropométrico dos sujeitos deste estudo;
3. Desenvolver equações para a estimativa da porcentagem de gordura de homens e para ambos os gêneros, todos brasileiros, a partir da Idade (ID) e de variáveis antropométricas, ou seja, um perímetro, massa corporal (MC) e estatura (EST);
4. Validar as equações desenvolvidas para a predição da gordura corporal;

5. Desenvolver e validar índice indicativo do teor de gordura corporal de homens e mulheres militares brasileiros; e
6. Comparação entre os IGC desenvolvidos e os índices disponíveis na literatura (IMC e IC), relacionando-os com fatores de risco.

1.3. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O presente estudo apresenta as seguintes limitações:

- 1) A utilização do volume residual estimado, já que não se possui o analisador de gases para calculá-lo diretamente;
- 2) Os erros biológicos embutidos nas equações, entre eles, a padronização das densidades da massa muscular e a massa óssea, para o cálculo da densidade corporal, por meio da PH;
- 3) A correta exalação de ar no momento da pesagem hidrostática;
- 4) A aceitação plena do depoimento dos sujeitos avaliados em relação ao cumprimento das exigências técnicas para que se realize uma correta pesagem em meio líquido;
- 5) A falta de condições para o levantamento de problemas como a desmineralização óssea assintomática, que não podem ser determinados através da anamnese inicial, feita pelo médico;

1.4. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Padronizar a quantificação da obesidade, por meio de pontos de corte, para prever doença coronariana, não deveria ser uma prática generalizada, pois a quantidade e a distribuição de gordura podem ser influenciadas por fatores como a etnia, o gênero e a idade.

O tamanho e as proporções corporais podem se desenvolver de forma desigual, em virtude da influência dos fatores relacionados acima ou pelo desenvolvimento desigual dos componentes corporais que devem ser considerados.

Existe uma grande quantidade de modelos disponíveis, com o objetivo de dividir os componentes corporais. Mas a sua utilização não pode ser indiscriminada, pois cada

modelo desenvolvido destina-se à população que o gerou, fazendo com que seu uso, em uma outra população, requeira um estudo estatístico de validação. A utilização incorreta de modelos não-validados pode aumentar o erro dos resultados, como o erro biológico, o erro no desenvolvimento do modelo matemático e o erro que o próprio avaliador inexperiente pode incluir²⁴.

Os estudos, realizados no Brasil, em que se avalia obesidade, baseiam-se, no geral, em equações desenvolvidas a partir de medidas antropométricas de populações de outros países. Assim, além dos já destacados erros inerentes a algumas destas equações, como é o caso do IMC, elas podem não se adequar à população brasileira.

Com intuito de minimizar a imprecisão gerada pela utilização de equações indevidas, vários estudos foram realizados no Brasil, onde são fracionados os componentes corporais.

Esses estudos desenvolveram equações a partir de medidas antropométricas, incluindo-se dobras cutâneas (DC). Apesar da adequabilidade do uso da DC, elas não são indicadas para avaliar a população do Exército Brasileiro, pois estas avaliações envolvem centenas de milhares de sujeitos e suas medidas demoram muito tempo, dificultando sua utilização no caso de grandes populações a serem estudadas.

Portanto, o desenvolvimento de modelos mais simples e práticos, destinados a quantificação de gordura e sua distribuição, em um grande número de sujeitos, pode atender adequadamente as necessidades dos estudos epidemiológicos brasileiros, objetivo deste estudo.

E, ainda, com a utilização de equações nacionais, os componentes corporais poderão ser calculados adequadamente, diminuindo a probabilidade dos erros cometidos, melhorando-se, assim, o levantamento dos riscos e a manutenção da saúde de todos os militares brasileiros.

II METODOLOGIA

Visando atender aos objetivos específicos, deste estudo, a metodologia foi dividida em etapas. Primeiramente, foi feito um estudo analisando as equações nacionais desenvolvidas até o momento.

Após analisar as equações desenvolvidas para militares brasileiros, foram desenvolvidas equações apenas para homens militares, utilizando, como variável dependente, a % G e, como variáveis independentes, a MC, o Perímetro Abdominal (PABDO), a ID e a EST.

Após o desenvolvimento de equações, somente para homens, foram desenvolvidas equações para ambos os gêneros, utilizando, como variável dependente, a % G e, como variáveis independentes, a MC, o PABDO para os homens, o Perímetro da Cintura (PCINT) para mulheres, a EST, a ID e o Gênero (G). Esta última variável, dicotômica, foi utilizada para diferenciar os gêneros, tendo sido incluída, normalmente, como uma variável numérica.

Concluindo o desenvolvimento de modelos matemáticos, foram desenvolvidos índices indicativos do teor de gordura corporal, diferentes para cada sexo, para militares brasileiros, indicadores da massa gorda corporal.

E por fim, foi realizada a comparação entre os IGC desenvolvidos e os índices disponíveis na literatura, relacionando-os com os fatores de risco, em militares componentes da Força de Paz Brasileira no Haiti.

2.1. ANÁLISE DAS EQUAÇÕES DESENVOLVIDAS PARA BRASILEIROS

Para que o presente trabalho pudesse ser desenvolvido, atendendo à sua proposta inicial, quanto à simplicidade, acurácia e praticabilidade, foram analisados todos os estudos nacionais que se propuseram a desenvolver e a validar equações, utilizando variáveis antropométricas.

Vários pesquisadores têm desenvolvido métodos de campo para a estimativa da gordura corporal em brasileiros. A análise da metodologia empregada em seus estudos foi composta pela avaliação e pela interpretação dos seguintes itens:

- a) Características antropométricas dos sujeitos componentes da amostra;
- b) Instrumentos utilizados;
- c) Método *gold standart* escolhido;
- d) Pontos anatômicos selecionados para a regressão;

- e) Praticabilidade do modelo desenvolvido;
- f) Capacidade técnica necessária dos avaliadores;
- g) Aplicabilidade em estudos epidemiológicos;
- h) Reprodutibilidade em reavaliações e acompanhamento dos avaliados;
- i) Custo dos equipamentos necessários para a utilização da equação;
- j) Tempo gasto na avaliação de cada sujeito;
- k) Poder de generalização dos resultados do estudo; e
- l) Tipo de validação.

Para que a análise pudesse ser metodologicamente realizada, este estudo foi realizado na forma de uma revisão sistemática, onde se analisou, somente as equações que foram publicadas em periódicos indexados, usando, como instrumento critério, a pesagem hidrostática. As equações publicadas em resumos de congressos não foram levadas em consideração, em função da dificuldade de acesso às informações, tais como o perfil antropométrico da amostra.

As equações encontradas foram divididas em generalizadas e específicas. As equações generalizadas, analisadas, foram as desenvolvidas por Édio Luiz Petroski³⁴, primeiro estudioso a desenvolvê-las no Brasil, como tese de doutorado, tendo estudado uma população composta por universitários de ambos os sexos (n= 672), na faixa etária entre 18 e 60 anos (homens entre 18 e 60 anos e mulheres entre 18 e 51 anos), oriundos de distintas regiões do Brasil, matriculados na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

As equações específicas, analisadas, foram desenvolvidas e validadas pelos seguintes autores:

1) DARTAGNAN PINTO GUEDES³⁶

Guedes foi o primeiro brasileiro a desenvolver e a validar equações nacionais para a estimativa da Densidade Corporal, a partir de medidas antropométricas, em 1985.

Seu estudo foi realizado na Universidade Federal de Santa Maria, onde foram avaliados 206 universitários, a maioria do curso de Educação Física, sendo 110 homens, com idades entre 17 e 27 anos, e 96 mulheres, com idades entre 17 e 29 anos.

2) CIRO ROMÉLIO RODRIGUEZ-AÑEZ³⁹

Rodriguez-Añez realizou um estudo com 81 cabos e soldados do Exército Brasileiro, servindo na cidade de Santa Maria – RS. Dos 81 soldados e cabos, 64 foram utilizados para a amostra de regressão e 17, para a amostra de validação.

3) RENATO SHOEI YONAMINE⁴⁰

Este estudo visou desenvolver equações para 115 meninos, entre 12 a 14 anos de idade, todos estudantes da rede pública de Campo Grande (MS).

4) MARCELO SALEM⁴¹

Foram desenvolvidas equações específicas para a estimativa da DC de mulheres militares do Exército Brasileiro, utilizando-se, unicamente, variáveis antropométricas.

A amostra foi composta por um grupo de 100 mulheres, com idades entre 18 e 45 anos, divididas em grupo de regressão (N = 80) e de validação (N = 20).

A principal diferença entre este e outros estudos que utilizaram a PH, é que, neste caso, foi construído um tanque de Pesagem Hidrostática, exclusivo, para a medição do peso submerso.

5) MARCELO SALEM ET AL⁴²

Este estudo foi realizado na Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx), como iniciação científica de alunos do Curso de Instrutores de 2006, tendo como proposta desenvolver uma equação específica para o grupo de alunos do Curso de Educação Física da EsEFEx, utilizando poucas variáveis, sendo focado, primordialmente, na praticidade.

Participaram do estudo 20 militares (50% da população do estudo), alunos do Curso de Instrutor da EsEFEx/2006.

Foram dois os diferenciais deste estudo: o primeiro foi o teste da qualidade do modelo desenvolvido, por meio da análise diagnóstica dos resíduos da regressão; e, o segundo, o desenvolvimento de uma equação para um grupo específico, sem preocupação com a generalização dos resultados.

As equações desenvolvidas, por esses autores, são apresentadas no capítulo posterior, que trata dos resultados e da discussão.

Após a análise realizada, optou-se por desenvolver equações que viessem a atender as vulnerabilidades estratégicas dos instrumentos desenvolvidos, na estimativa da Porcentagem de Gordura (%G) corporal e, por isso, passou-se à etapa seguinte.

2.2. DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES PARA A DETERMINAÇÃO DA GORDURA CORPORAL RELATIVA EM MILITARES BRASILEIROS.

2.2.1 COLETA DE DADOS

Baseado nas conclusões da revisão de literatura acima, analisando as equações nacionais desenvolvidas, optou-se por desenvolver e validar modelos matemáticos de simples utilização e que pudessem dar conta das dificuldades relatadas na análise realizada.

Portanto, para que os objetivos deste estudo pudessem ser alcançados, foram seguidas as etapas:

2.2.1.1 Seleção dos Sujeitos

2.2.1.2 População

A população deste estudo abrangeu homens e mulheres militares, saudáveis, fisicamente ativos e com idade entre 18 e 60 anos, para homens, e entre 18 e 45, para mulheres, em atividade do estado do Rio de Janeiro.

2.2.1.3 Delimitações do Estudo

Foram convidados a participar do estudo, militares, do serviço ativo do Exército Brasileiro, independente de posto ou graduação, atletas ou não, que trabalhassem em atividade administrativa ou operacional, servindo ou realizando curso militar na cidade do Rio de Janeiro, por ter esta região uma grande concentração de efetivo de todas as regiões do País.

Os sujeitos foram convidados por meio de ofício, constante do anexo I, destinado aos Comandos das Organizações Militares (OM) do Comando Militar do Leste, Departamento de Ensino e Pesquisa e Departamento de Ciência e Tecnologia.

Após a divulgação do ofício recebido, por cada comandante, os indivíduos que se apresentaram como voluntários passaram por uma pré-seleção com o médico do próprio quartel, para verificação do estado geral, da prática da atividade física e da adaptação ao meio líquido dos voluntários. Dos aprovados, um representante foi escalado para ser o contato entre o Instituto de Pesquisa e a Organização Militar.

Esse representante forneceu uma escala de apresentação, para a coleta de dados, respeitando a atividade e a escala de serviço (no quartel) de cada voluntário.

Em um máximo de três sujeitos, em cada avaliação, os voluntários se apresentaram até que todos os militares de uma mesma OM fossem avaliados. Este procedimento

facilitou a troca de informações entre os avaliados, sobre como realizar, da melhor maneira, o peso submerso.

Mesmo que aprovados nos critérios de inclusão, descritos abaixo, só foram aproveitados os dados dos sujeitos que completaram satisfatoriamente o teste da Pesagem Hidrostática (PH), ou seja, realizaram todas as submersões atingindo a estabilização do peso, com valor positivo, como explicado abaixo, no protocolo de mensuração.

2.2.1.4 Técnica de Amostragem

Foi utilizada a técnica não probabilística (não aleatória), com amostragem intencional (conveniência), pois foram escolhidos entre os homens e mulheres voluntários, aqueles adaptados ao meio líquido e que satisfizeram os critérios de inclusão abaixo.

2.2.1.5 Critérios de Inclusão

Militares do Exército Brasileiro e de outras Forças Armadas, todos fisicamente ativos e com boa saúde, em atividade no Rio de Janeiro.

Estes voluntários foram selecionados dentre aqueles com idades compreendidas entre 18 e 60 anos (homens) e 18 a 45 (mulheres), independente de posto e/ou graduação.

2.2.1.6 Critérios de Exclusão

Não adaptação ao meio líquido, gravidez, problemas endócrinos ou hormonais e, conforme preconizam Pollock & Wilmore¹⁹, mulheres que tivessem problemas de diminuição da mineralização óssea, proveniente do climatério, se fosse o caso.

Foram excluídos homens e mulheres, que mesmo após a coleta, foram considerados extremamente obesos, ou seja, que, na curva de normalidade, apresentaram % de gordura $\pm 3,00$ desvios padrão da média e, ainda, aqueles em que os dados não puderam ser aproveitados pela falta de qualidade e pelo comportamento anormal dos resultados, durante a coleta dos pesos submersos.

Foram, também, excluídos os portadores de próteses de silicone, usuários de esteróides anabólicos, portadores de doenças respiratórias ou circulatórias, sujeitos desidratados por motivo de qualquer doença e as mulheres em período menstrual ¹⁹.

Mesmo que voluntários a participar, foram, ainda, excluídos os sujeitos que sentiram algum incômodo ao submergir, durante as tentativas de treinamento.

Todos os itens citados acima, envolvendo a saúde dos sujeitos deste estudo, foram verificados por um médico, no momento da anamnese (anexo IV), imediatamente antes da coleta dos dados.

2.2.1.7 Amostra Masculina

Apresentaram-se, para a coleta, 423 homens, mas foram aproveitados, para o estudo, 400 militares brasileiros, saudáveis e fisicamente ativos, oriundos de todas as regiões do Brasil, com Idade (ID) = $34,50 \pm 10,39$ anos, Massa Corporal (MC) = $79,66 \pm 13,32$ kg, Estatura (EST) = $175,74 \pm 7,06$ cm e Percentual de Gordura (% G) = $16,86 \pm 7,61$. A Densidade Corporal (DC) foi obtida por meio da Pesagem Hidrostática (PH) = $1,060428123 \pm 0,0170416575$.

Os sujeitos foram divididos em dois grupos^{20,52,53}, sendo: o primeiro, o Grupo de Regressão (GRM), composto por 350 homens, destinado ao desenvolvimento das equações e teste de sua validação interna; e, o segundo, o Grupo de Validação (GVM), composto por 50 homens, destinado a validar as equações desenvolvidas, ou seja, sua validade externa.

Esta divisão foi realizada aleatoriamente, sorteando, após a ordenação crescente da % de gordura, um sujeito de cada valor até completar a quantidade desejada para o GV.

2.2.1.8 Amostra Feminina

O grupo feminino foi composto por 250 militares brasileiras, das 275 que se apresentaram, sendo todas saudáveis e fisicamente ativas, oriundas de todas as regiões do Brasil, com Idade Média (ID) de $29,45 \pm 6,53$ anos, Massa Corporal (MC) de $59,49 \pm 7,48$ kg, Estatura (EST) de $164,30 \pm 5,67$ cm e Porcentagem de Gordura (% G) de $22,77 \pm 6,26$. As voluntárias também foram distribuídas em dois grupos²³, sendo: o primeiro, o Grupo de Regressão (GRF), composto por 218 mulheres e destinado ao desenvolvimento das equações e ao teste de sua validação interna; e, o segundo, o Grupo de Validação (GVF), composto por 32 mulheres, destinado a validar as equações desenvolvidas, ou seja, sua validade externa.

A divisão dos grupos foi realizada nos mesmos moldes dos homens.

2.3. ÉTICA DA PESQUISA

O presente estudo atendeu às Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética da ENSP/FIOCRUZ, conforme documento, do Anexo II, de número 87/06 e CAAE: 0082.0.031.000.06

Todos os participantes do trabalho assinaram o Termo de Participação Consentida, conforme o anexo. As Organizações Militares, as quais os sujeitos do estudo faziam parte, receberam um Termo de Informação (Anexo III).

2.4. PROTOCOLO DE MENSURAÇÃO

Todos os sujeitos que participaram do estudo foram voluntários, gozando de boa saúde e atendendo aos critérios de inclusão e exclusão.

2.4.1. Seqüência da Coleta de Dados

O estudo apresentou as seguintes fases:

- 1) Anamnese;
- 2) Medida da Massa e da Estatura Corporal;
- 3) Medida de Perímetros Corporais; e
- 4) Medida da Densidade Corporal através da Pesagem Hidrostática.

2.4.2. Procedimentos Preliminares

A avaliação inicial da amostra foi feita através de uma anamnese, descrita no ANEXO IV, quando foram coletadas as informações sobre os critérios de inclusão e exclusão da amostra.

A primeira parte da anamnese foi realizada, por um médico, para a seleção dos voluntários no seu próprio quartel, onde se verificou o estado geral dos militares, quanto à saúde, prática da atividade física e adaptação ao meio líquido. A segunda parte foi realizada, momentos antes da coleta de dados, a fim de verificar, inclusive, o cumprimento dos cuidados preliminares necessários para a realização da PH.

2.4.3. Procedimentos da Coleta de Dados

Os sujeitos foram mensurados descalços, usando roupa de banho apropriada para a prática de natação, após confirmar terem seguido as seguintes restrições, as quais foram

informadas quando da marcação da avaliação:

- Não comer dentro das 4 h que antecederam o teste;
- Procurar fazer refeições leves, principalmente a última antes do início do jejum;
- Não praticar qualquer atividade física no dia que antecedia a coleta de dados;
- Não ingerir bebidas alcoólicas nas últimas 24 horas anteriores;
- Procurar esvaziar intestinos e bexiga, pela manhã, no dia do teste;
- Não ingerir bebidas gaseificadas, inclusive água, pelo menos 4 h antes do teste; e
- Evitar comer feijão, ervilha, lentilha, soja, grão de bico, rabanete, repolho, couve, couve-flor e espinafre, como forma de se evitar a produção e o acúmulo de gases provenientes da digestão.

Vale ressaltar que, embora os sujeitos tenham sido orientados a não se alimentarem pelo mínimo de quatro horas antes das pesagens, o cumprimento desta orientação não pôde ser controlado pelos avaliadores.

As mensurações, então, foram feitas em dois momentos, conforme relato a seguir.

2.4.4. Mensurações Antropométricas

Para o estudo, foram determinados, além da Idade, os valores da Massa Corporal, da Estatura e de Perímetros, de acordo com os procedimentos e na seqüência descrita:

Massa Corporal (MC) – Os avaliados foram posicionados de pé, descalços, no centro da plataforma da balança, vestindo apenas roupa de banho, procurando não se movimentar²¹. O mostrador da balança digital foi lido somente após a sua estabilização. A massa corporal foi registrada em quilogramas, com precisão de 50 gramas.

FIGURA 4
FOTO TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DA MASSA CORPORAL
TOTAL EM HOMENS E MULHERES.



Estatura Corporal (EST) – É a distância compreendida entre a planta dos pés e o ponto mais alto da cabeça (vértex). Os sujeitos estavam descalços, na postura padrão, ou seja, em ângulo reto com o estadiômetro, procurando colocar, em contato com o aparelho de medida, os calcanhares, a cintura pélvica, a cintura escapular e a região occipital. A cabeça foi orientada no plano de Frankfurt ³². A medida foi registrada em 0,1 cm, estando os indivíduos em apnéia, após inspiração profunda, com intuito de melhorar a postura.

Perímetros Corporais (P) - A mensuração dos perímetros, tanto para homens como para mulheres, seguiu os procedimentos de Norton & Olds ²⁴, ISAK ³², Petroski ²¹ e Heyward & Wagner ²³.

No momento da medida, o avaliador exerceu uma pressão firme, com a fita sobre os segmentos corporais, sem comprimir, entretanto, os tecidos moles. As medidas foram repetidas duas vezes em cada local. O valor usado, como resultado da medida, foi a média dos valores.

FIGURA 5
FOTO TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DA ESTATURA CORPORAL
EM HOMENS E EM MULHERES.



Nas mulheres, foram medidos, primeiramente, os perímetros do pescoço, do braço relaxado, da cintura, do abdômen, do quadril e da coxa. Nos homens, foram realizadas as mesmas medidas mais os tórax, braço contraído, ante braço e panturrilha.

Estas medidas foram escolhidas pois aparecem, na maioria dos estudos, como sendo as que melhor se correlacionam com a gordura corporal.

Perímetro do Pescoço (PESC) – para a mensuração do perímetro do pescoço, o sujeito foi posicionado com a cabeça no plano de Frankfurt, sendo a fita colocada imediatamente por baixo da proeminência laríngea, no sentido perpendicular ao eixo longitudinal do pescoço, não estando a fita necessariamente horizontal. A pressão exercida na trena foi suficiente para o contato completo com a pele, sem provocar desconforto.

Perímetro do Braço Relaxado (BREL) – O indivíduo foi colocado na posição ortostática, com o braço direito estendido e elevado lateralmente ao corpo. A medida foi efetuada no ponto médio entre a projeção lateral do processo acromial da escápula e do olécrano.

FIGURA 6
FOTO DA TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DO PERÍMETRO DO
PESCOÇO.

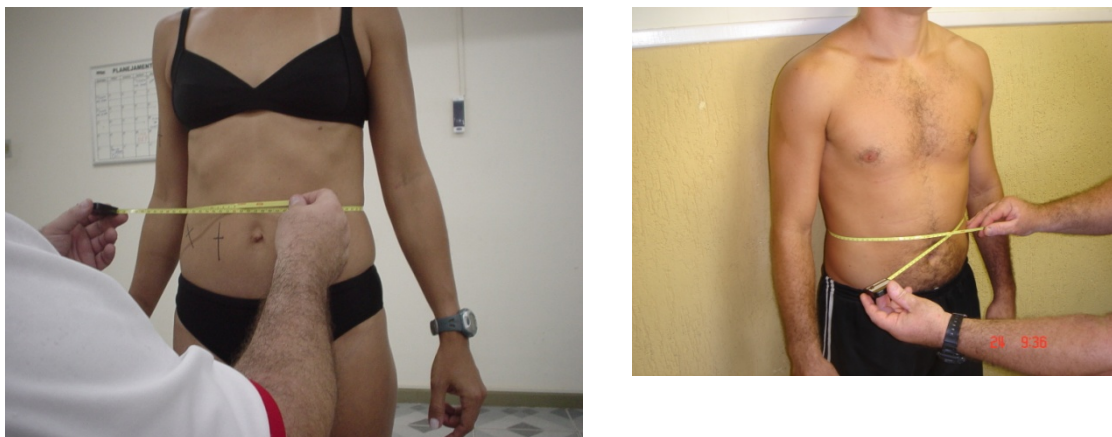


FIGURA 7
FOTO DA TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DO PERÍMETRO DO
BRAÇO RELAXADO.



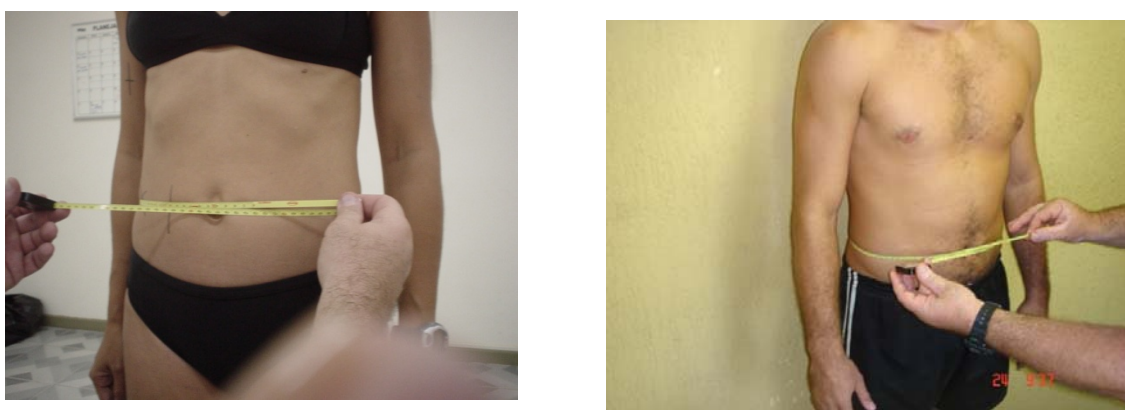
Perímetro da Cintura (PCINT) – Medida realizada a nível do ponto mais estreito entre o último arco costal e a crista ilíaca.

FIGURA 8
FOTO DA TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DO PERÍMETRO DA CINTURA.



Perímetro do Abdômen (PABDO) – O sujeito ficou na posição de pé, com o abdômen relaxado, e os braços descontraídos ao lado do corpo. O avaliador colocou-se à frente do sujeito. A fita métrica foi posta, horizontalmente, em volta do abdômen do sujeito, exatamente em cima da cicatriz umbilical. Um avaliador auxiliar foi necessário para verificar a colocação da fita no plano horizontal, em todo perímetro do corpo.

FIGURA 9
FOTO DA TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DO PERÍMETRO DO ABDÔMEN.



Perímetro do Quadril (QUAD) – Com o indivíduo na posição ereta, braços cruzados à frente do corpo e pés juntos, observou-se, lateralmente, o maior perímetro dos glúteos, onde foi colocada a fita horizontal e paralelamente ao solo. A fita ficou em contato com a superfície da pele, sem provocar compressão dos tecidos. Um avaliador

auxiliar foi necessário para verificar se a fita estava corretamente colocada do outro lado do avaliador principal.

FIGURA 10
FOTO DA TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DO PERÍMETRO DO QUADRIL.



FIGURA 11
FOTO DA TÉCNICA UTILIZADA PARA A MEDIDA DO PERÍMETRO SUPERIOR DA COXA.



Perímetro Superior da Coxa (COXA) – É o maior perímetro da coxa, mensurado imediatamente abaixo da prega ou da dobra do glúteo. O indivíduo usou roupas de banho, que permitiram fácil visualização dos pontos de medição. A medida foi realizada, estando o indivíduo em pé, com afastamento lateral dos pés em torno de 10cm e o peso do corpo distribuído igualmente em ambas as pernas.

2.4.5. Mensuração da Densidade Corporal

Os materiais e procedimentos utilizados neste estudo seguiram as recomendações de Lohman⁵², Pollock & Wilmore¹⁹, Petroski & Pires Neto³⁴, Heyward & Stolarczyk⁵⁴, Norton & Olds²⁴ e ISAK³², Petroski²¹ e Heyward & Wagner²³.

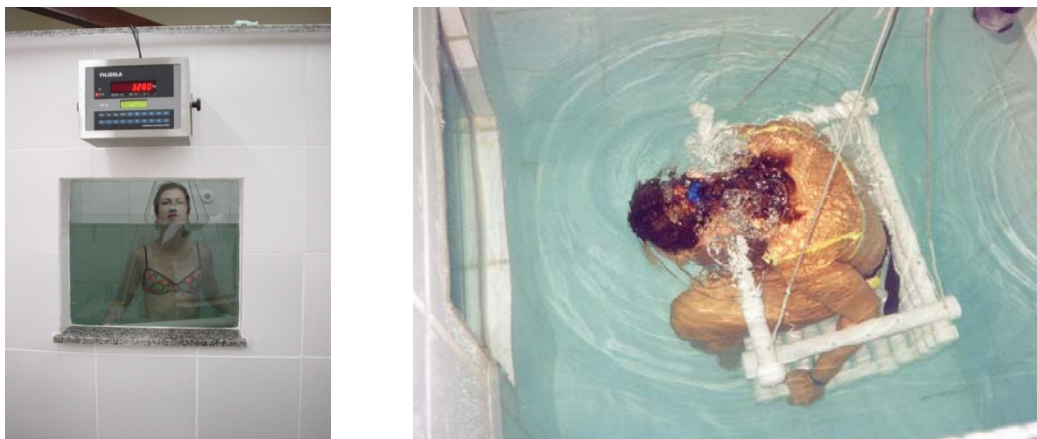
Pesagem Hidrostática (PH) – Os indivíduos foram avaliados na posição sentada, conforme descrição de Pollock & Wilmore¹⁹.

Antes da pesagem, os sujeitos foram convidados a esvaziarem a bexiga e a defecarem, caso já não o tivessem realizado.

Antes de serem efetuados os procedimentos da pesagem, foi permitida a prática de expiração submersa. O registro da pesagem foi realizado após o máximo esforço expiratório, estando o sujeito totalmente submerso. A respiração foi mantida bloqueada por, aproximadamente, 5 a 10 segundos, a fim de estabilizar o mostrador da célula de carga, para a realização da leitura. Após cada tentativa, aguardou-se, antes, o restabelecimento da respiração, sendo o mesmo procedimento repetido por 6 a 12 vezes⁵⁵. Os indivíduos foram avaliados pela manhã e ao final da tarde, em um limite máximo de até cinco sujeitos por dia.

FIGURA 12

FOTO DO TANQUE DE PESAGEM HIDROSTÁTICA.



Os movimentos excessivos na escala, durante a pesagem, foram controlados pelo avaliador, permitindo fazer leituras com precisão de até ± 10 gramas. Os indivíduos foram estimulados a expirarem o máximo, no momento da mensuração, e a se movimentarem bem lentamente, no momento da submersão, tendo em vista a sensibilidade da célula de carga. Movimentos muito rápidos poderiam impedir a estabilidade no momento da leitura, aumentando, assim, o número de tentativas e a

permanência do avaliado com a respiração bloqueada.

A determinação do peso, dentro da água, foi feita da seguinte maneira:

- a) Primeiramente, foi selecionado o peso mais alto observado, caso tenha repetido mais de uma vez.
- b) Caso o item anterior não fosse satisfeito, era selecionado o segundo peso mais alto que tenha sido registrado mais de uma vez.
- c) Quando os critérios anteriores não fossem satisfeitos, era selecionado o terceiro peso mais alto e, assim, sucessivamente, até conseguir o peso desejado.

Cálculo da Densidade Corporal (DC) – partindo da fórmula convencional peso/volume, a D foi determinada através da seguinte equação:

$$DC(g/ml) = \frac{MC}{[(MC - PS) / Da] - (VR + 100)}$$

Onde: D = Densidade Corporal

MC = Massa Corporal em kg

PS = Peso submerso na água em kg

Da = Densidade da água

VR = Volume residual em litros

0,1 = Constante de gás gastrointestinal (100 ml)

Volume Residual (VR) – o VR foi medido por estimativa, seguindo a orientação de Pollock & Wilmore¹⁹, que recomenda a utilização da equação de Goldman & Becklake⁵⁶, considerando a idade e a estatura:

Mulheres: VR = 0,009 (idade, anos) + 0,032 (estatura, cm) – 3,9.

Homens: VR = 0,017 (idade, anos) + 0,027 (estatura, cm) – 3,477

2.4.6. Fracionamento da Composição Corporal

Percentual de Gordura (%G) – o % G é determinado através da equação de Siri⁵⁷: %G = (495 / D) – 450.

Massa de Gordura (MG, kg) – a MG foi obtida multiplicando-se a massa corporal pela fração do percentual de gordura: MG = MC (100 / %G).

Massa Corporal Magra (MCM, kg) – a MCM foi estimada subtraindo a MG da massa corporal: MCM = MC – MG.

2.4.7. Instrumentação Utilizada

Descreve-se, a seguir, o material utilizado para a realização da Pesagem Hidrostática e das medidas antropométricas.

O equipamento desenvolvido para a Pesagem Hidrostática foi um tanque, com as especificações descritas por Salem & Pires Neto ⁴¹, ou seja, de formato quadrado, 120 X 120 cm, com 190 cm de altura, construído em alvenaria e azulejado por dentro, com 30 cm de espessura, sendo que a parte frontal do tanque possui um visor de vidro, de marca Blindex, laminado, de 30 mm de espessura, possuindo uma forma retangular de 50 cm largura e 60 cm de altura, para comunicação visual entre o avaliado e o avaliador.

O tanque foi mantido com a água a uma altura de 150 cm, com a temperatura da água a 36° C, podendo variar em até 2° C, fato este que não deverá alterar a Densidade Corporal ao final das medidas.

Uma célula de carga, com mostrador IDSI, de marca Filizola, de capacidade para 50 kg e com precisão de 10 g, foi fixada em um gancho preso em uma viga de madeira de lei, a uma altura de 210 cm, através de um mosquetão de aço inox.

Na célula de carga, foi colocado outro mosquetão, ao qual estavam presos os cabos de aço inox encapados, para a sustentação da cadeira onde se sentaram os sujeitos, no momento da pesagem submersa. A cadeira foi construída em canos de PVC, com 40 mm de diâmetro e 50 cm de comprimento.

Um cinto de mergulhador, com 4 kg, foi colocado em volta da cintura dos avaliados, garantindo, assim, a estabilidade durante as pesagens. O peso do cinto foi subtraído do peso submerso, efetuando-se a tara da célula de carga, antes do início das pesagens.

Em relação aos problemas relatados por Pollock & Wilmore ¹⁹, no momento da leitura da pesagem dentro da água, causados pela oscilação da água, algumas providências foram tomadas neste estudo:

- A balança foi tarada a cada início de pesagem, ou seja, para cada sujeito que entrou no tanque, foi realizada uma nova tara na balança, a fim de minimizar as alterações decorrentes da diferença de volume corporal de cada sujeito avaliado;

- O tanque foi construído acima do chão, possuindo, na parte da frente, um vidro de 50 X 60 cm para comunicação entre o avaliado e o avaliador, diminuindo, assim, a ansiedade de quem está sendo pesado e, conseqüentemente, as oscilações da água;

- Um aquecedor automático foi instalado no tanque para que, ao atingir a temperatura ideal da pesagem, o mesmo se desligasse. O inverso acontecia quando a água esfriasse, pois, ao decréscimo de 2° C, o aquecedor se ligava, automaticamente, para que a água voltasse à temperatura inicial. Mas, para que o reaquecimento não

causasse turbulência na água, os canos de retorno da água quente foram posicionados no fundo do tanque, a 10 cm acima do solo, fazendo com que, ao entrar pelo fundo do tanque, o aquecimento fosse naturalmente realizado, sem agitar a superfície da água, o que dificultaria a estabilização da balança;

- A filtragem da água também foi automatizada e realizada por um timer ligado aos filtros, em dois períodos de duas horas: o primeiro logo após as pesagens, e, o segundo, imediatamente quando do início das mesmas, no dia seguinte;

- A cloração da água também foi feita automaticamente, através de um clorador automático ligado ao filtro, que mantinha o nível correto de cloro da água, a cada filtragem;

- Para minimizar as oscilações que ocorrem em piscinas, foram utilizadas as medidas de 120 X 120 cm, que facilitaram em muito a leitura;

- Apesar da altura de 190 cm, a água só alcançava 150 cm de altura. Esta medida, além de ser o suficiente para a realização da pesagem, é a ideal para que os aquecedores tivessem máxima eficiência e para que a água atingisse a temperatura ideal, no menor tempo possível e com maior economia; e

- O cabo que prende a célula à cadeira possuía tamanho reduzido e, para tal, a balança foi fixada a uma viga de madeira de lei, posicionada a 50 cm do topo do tanque, para reduzir, também, a oscilação que pudesse ocorrer logo após o posicionamento do avaliado na cadeira.

Para a medida da massa corporal, foi utilizada uma balança digital, de marca Filizola, de fabricação brasileira, com capacidade para 150 kg e precisão de 100g (Figura 13).

Para as medidas dos perímetros, foi utilizada uma fita métrica metálica, de fabricação brasileira, vendida pela empresa Sanny, com largura de 0,5 cm e com precisão de 0,1 cm (Figura 14).

FIGURA 13
BALANÇA FILIZOLA.



FIGURA 14
FITA MÉTRICA.



2.4.8. Fidedignidade das Mensurações

A fidedignidade foi realizada para testar a constância das medidas antropométricas e da pesagem hidrostática. Para se testar a fidedignidade das medidas, foram convidadas 10 mulheres que fizeram parte da amostra, com idade entre 18 e 45 anos de idade. Os sujeitos foram mensurados em duas ocasiões, com intervalo entre as medidas de, no mínimo, 3 dias. A correlação de Pearson, relatada pelos autores para a fidedignidade destas mensurações, deve ser de, no mínimo, de $r = 0,80$ para $p < 0,025$ ³⁵. Os resultados obtidos indicaram significativa correlação, $p \leq 0,05$, além de não haver diferença significativa entre as médias nas duas avaliações, comprovando, assim, que os valores foram obtidos com consistência e confiabilidade, satisfazendo os critérios científicos para a fidedignidade dos resultados²².

2.5. ANÁLISE DOS DADOS

Primeiramente, os dados foram analisados através da estatística descritiva para estabelecer os perfis, tanto do Grupo de Regressão, para a montagem das equações, quanto do Grupo de Validação, para a validação das mesmas. Em um segundo momento, foi utilizada a correlação de Pearson entre a porcentagem de gordura (%G), determinada via PH, e os perímetros, para se verificar qual deles alcançou o maior e significativo valor de “r”. Em um terceiro momento, foi realizada uma série de somatórios e de ajustes matemáticos nas medidas de MC, EST, ID e do Perímetro com maior correlação com a % G, a fim determinar quais variáveis independentes deveriam entrar nos cálculos da Regressão Linear Múltipla.

2.5.1. Regressão Linear Múltipla

A análise de regressão *Stepwise*, foi realizada em pacote estatístico compatível, SPSS 10.0 *for Windows*, e utilizada no desenvolvimento das equações para a estimativa da %G e da Massa Gorda (MG).

Durante a regressão, o programa testa e escolhe as melhores combinações de variáveis que alcançaram a maior correlação múltipla com a variável dependente.

As variáveis dependentes (critério) foram a % G e a Massa Gorda (MG), determinadas hidrosticamente, e as variáveis independentes (preditoras), foram as medidas antropométricas (Perímetro, MC e EST), a ID e as combinações e/ou variáveis ajustadas matematicamente.

A regressão, como método padrão para o desenvolvimento de todas as equações deste estudo, foi realizada conforme descrito a seguir:

- 1- Com os perímetros e seus quadrados e seus ajustes matemáticos, ou seja, o quadrado, a raiz quadrada, o inverso e o logaritmo;
- 2- Da mesma forma anterior, só que associada à ID, MC E EST e seus ajustes;
- 3- Todas as variáveis juntas;
- 4- Usando combinações de somatórios entre as variáveis;
- 5- Combinando os somatórios mistos com a ID, MC e EST; e
- 6- Incluindo-se o termo quadrático e logarítmico nos diferentes somatórios.

Após a escolha das variáveis, pelo teste de regressão, os modelos foram desenvolvidos utilizando, como variável dependente, a % G e a MG e, como

independentes, a MC, MC^2 , $MC^{1/2}$, o PABDO (homens), $PABDO^{1/2}$, $PABDO^2$, PCINT (mulheres), $PCINT^{1/2}$, $PCINT^2$, a ID, a ID^2 , o somatório de $(PABDO+MC+ID)$ e $(PABDO+MC+PABDO)^2$.

Com as variáveis escolhidas, passou-se ao desenvolvimento dos modelos propostos, ou seja:

- 1) As equações para estimar a % G para os homens;
- 2) As equações para estimar a % G para ambos os gêneros ao mesmo tempo; e
- 3) Os índices indicativos da gordura corporal para homens e mulheres militares.

2.5.2. Retirada de *Outliers*

Para o desenvolvimento das equações, a retirada dos *outliers* baseou-se na análise dos valores dos resíduos padronizados, ou seja, aqueles sujeitos que, logo na primeira equação desenvolvida, apresentaram resíduos, com valor absoluto, superior a $\pm 3,00$, foram retirados da amostra, pois considerou-se que, em uma distribuição normal, 99% dos valores estejam entre $\pm 3,00$ desvios padrão.

Os *outliers* foram detectados, primeiramente, pelo gráfico de normalidade dos resíduos (histograma) e, para a escolha de quais seriam retirados, foi realizada a ordenação ascendente dos resíduos. Realizada esta ordenação para os sujeitos em questão, foram retirados os sujeitos com valores acima dos considerados normais.

Esse procedimento de retirada de valores atípicos pareceu ser uma opção interessante para aumentar a qualidade do modelo de regressão, pois, após a retirada dos valores fora do padrão, a distribuição dos pontos nos gráficos, comparando resíduos e a variável dependente, melhorou muito, pulverizando melhor os pontos em torno do zero, aprimorando, assim, a qualidade dos modelos, os valores de R (em cada modelo) e o Erro Padrão da Estimativa (EPE), em todos os modelos desenvolvidos neste estudo.

2.5.3. Criação e Escolha das Equações

Após os ajustes da normalidade da amostra, retirando-se os valores indesejados e com as variáveis definidas, foram criados os modelos matemáticos.

Quando se realizou a regressão, para cada objetivo, dezenas de equações foram desenvolvidas, sendo cada uma delas avaliada quanto ao emprego e à praticidade, de acordo com o objetivo do estudo.

Portanto, após a montagem das equações, a escolha das mesmas foi baseada naquela que atingiu o maior número dos seguintes critérios:

- 1) Menor EPE;

- 2) Maior coeficiente de correlação múltipla;
- 3) Praticidade do modelo;
- 4) Menor número de variáveis independentes; e
- 5) Menor número de cálculos para a estimativa.

Após a seleção das equações, passou-se à etapa da validação, que foi realizada para cada um dos modelos matemáticos.

2.5.4. Validação Cruzada

A validação das equações desenvolvidas foi realizada através da utilização de uma amostra de validação (GVM e GVF), com 10 a 15 % do número total da amostra utilizada no estudo, ou seja, a amostra total (400 homens e 250 mulheres) é dividida aproximadamente em 85% para o GR e 15% para o GV. Esta divisão varia de acordo com as equações que se deseja desenvolver, pois recomenda-se⁵³ que sejam utilizados 10 sujeitos para cada variável independente do modelo que se deseja validar.

As análises de validação foram realizadas através da determinação dos seguintes cálculos:

- 1) Correlação múltipla ($r > 0,80$ e $p \leq 0,05$), entre a % G observada pela PH e a estimada pela regressão, para cada equação;
- 2) Teste t pareado ($t < t$ crítico e $p \geq 0,05$), entre a % G observada pela PH e a estimada pela regressão, para cada equação; e
- 3) Comparação do erro constante (EC) e erro total (ET) com o erro padrão de estimativa (EPE), para cada equação.

Onde:

EC (erro constante) = média ((Dm) - (De)), diferença média entre a densidade mensurada (Dm) e estimada (De).

ET (erro técnico) = $\sqrt{\sum (Y1 - Y2)^2 / n}$ onde: Y1 é a densidade estimada e Y2 é a densidade medida.

EPE = EPE (erro padrão da estimativa) = $s \sqrt{1 - R^2}$

R^2 = Coeficiente de determinação múltipla.

Os cálculos do ET, EC, r e t foram realizados na planilha do Microsoft Excel for Windows.

Após a validação cruzada, as equações aprovadas passaram para a fase de análise diagnóstica, com o objetivo de se avaliar a qualidade matemática dos modelos aprovados.

2.5.5. Análise Diagnóstica dos Modelos de Regressão

A análise diagnóstica observou as seguintes etapas:

- 1) Validação interna da equação desenvolvida, por meio da correlação Múltipla de Pearson (r), para $p \leq 0,05$, e pelo teste de comparação entre médias pareadas de Student (t), para $p \geq 0,05$;
- 2) Verificação do gráfico entre os valores observados % G (PH) e % G (EQUAÇÃO). Modelos inadequados mostrariam algum padrão sistemático. A não-linearidade se tornaria evidente, quando estes gráficos sugerissem a necessidade de incluir, no modelo, termos de maior ordem;
- 3) Verificação do gráfico da normalidade dos Resíduos Studentizados, por meio de um Histograma e da curva de normalidade;
- 4) Análise gráfica da Homocedasticidade dos Resíduos Studentizados, quando comparado com a variável dependente, ou seja, a MG. Este gráfico permitiria avaliar a hipótese de variância constante, de linearidade. Seria ideal que o gráfico apresentasse uma distribuição aleatória, nuvem de pontos sem qualquer padrão sistemático. Além disso, também permitiria avaliar a qualidade do ajuste e a força da associação; e
- 5) Análise da distribuição dos Resíduos Studentizados, quando comparados com as variáveis independentes, ou seja, MC, MC^2 , $MC^{1/2}$, PABDO (homens), $PABDO^{1/2}$, $PABDO^2$, PCINT (mulheres), $PCINT^{1/2}$, $PCINT^2$, ID, ID^2 , somatório de $(PABDO+MC+ID)$ e $(PABDO+MC+PABDO)^2$. Dependendo da distribuição dos pontos, o ajuste será considerado muito bom se os mesmos apresentarem um padrão aleatório em torno de “zero”, no eixo das ordenadas.

2.6. DESENVOLVIMENTO DE EQUAÇÕES INDEPENDENTE DE GÊNERO

Participaram do estudo 396 homens e 248 mulheres, todos voluntários e militares do Exército Brasileiro, fisicamente ativos, representantes de todos os estados da Federação. Os sujeitos foram divididos em quatro grupos, sendo dois de cada sexo. O primeiro foi o Grupo de Regressão Masculino (**GRM**), composto por 347 homens, destinado ao desenvolvimento das equações; o segundo, o Grupo de Validação Masculino (**GVM**), composto por 49 homens, foi destinado a validar as equações desenvolvidas; o terceiro, foi o Grupo de Regressão Feminino (**GRF**), composto por 218 mulheres; e, por último, o quarto grupo, foi o Grupo de Validação Feminino (**GVF**), composto por 30 mulheres, e que apresentaram as características descritas no capítulo dos resultados.

2.6.1. Seleção das Variáveis Antropométricas Diferenciadas

Foram medidos a Estatura, a Massa Corporal e a Idade em todos os sujeitos.

A escolha do perímetro utilizado foi diferenciada para homens e mulheres. Sendo o PABDO, para os homens e o PCINT, para as mulheres. Esta escolha baseou-se no resultado do teste de correlação, individual, de cada variável (perímetro) medida com a % G (via PH), para ambos os gêneros. Sendo o PABDO e o PCINT, os que alcançaram a maior correlação individual com a %G.

2.6.2. Inclusão de Variável Dicotômica

Para que a equação fosse desenvolvida, para ambos os gêneros, a inclusão de uma variável dicotômica foi preponderante. A mistura de variáveis numéricas e categóricas não é comum em estudos de composição corporal, mas, matematicamente, a inclusão tornou-se viável, pois várias equações foram desenvolvidas com a variável gênero (G), entre as outras variáveis antropométricas.

Nas equações desenvolvidas para homens, a variável G é igual a 1 e quando utilizadas para mulheres, o G deverá ser igual a 2.

Após a inclusão do G, foram realizados os ajustes e as transformações matemáticas, nas variáveis numéricas, utilizadas na regressão, tendo o objetivo de normalizar a variável dependente e linearizar o modelo de regressão.

Para a realização da regressão, os GRM e GRF foram unidos em um único grupo, já que este estudo se propôs a desenvolver uma equação comum para homens e mulheres. Assim, o Grupo de Regressão passou a ter 565 sujeitos, sendo 347 homens e 218 mulheres, formando o novo GR.

Da mesma forma, os GVM e o GVF foram unidos em um novo GV de 79 sujeitos, (49, do sexo masculino e 30, do sexo feminino), ou seja, aproximadamente 8% da amostra total.

Após a formação dos novos grupos, executou-se a regressão linear do tipo *Stepwise*, para que fossem verificadas quais equações e com quais variáveis seriam formadas.

A variável dependente foi a % G e as variáveis independentes foram a MC, MC^2 , $MC^{1/2}$, AA, AA^2 , $AA^{1/2}$, EST, EST^2 , $EST^{1/2}$, PABDO (homens), $PABDO^2$, $PABDO^{1/2}$, PCINT (mulheres), $PCINT^2$, $PCINT^{1/2}$ e Gênero (1 = homens e 2 = mulheres).

2.7. DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DO IGC

Para o desenvolvimento dos modelos propostos, a amostra foi constituída pelos GRM (350), GVM (50), GRF (218) e GVF (32).

Inicialmente, foram desenvolvidos índices para cada gênero e independente deles, com as etapas a seguir:

Primeiramente, dividiu-se a equação escolhida pela EST e pela Área Corporal, para se verificar qual dessas divisões obteria maior correlação com a MG observada, ou seja, medida pela PH.

Como a divisão pela Área corporal não apresentou resultados significativos, que justificassem a complexidade dos cálculos, optou-se por criar os índices dividindo as equações e os somatórios pela estatura (EST)

A escolha das variáveis, para a estimativa da MG nas equações, foi feita pelo próprio programa na realização da regressão. Já os somatórios utilizaram as somas das próprias variáveis usadas nas equações, como explicado abaixo.

HOMENS:

EQUAÇÃO 1 = variáveis independentes $PABDO^2$ e ID^2 ;

EQUAÇÃO 2 = variáveis independentes $PABDO^2$ e MC,

SOMATÓRIOS = $PABDO^2 + MC$ e $PABDO^2 + ID^2$ e seus ajustes matemáticos.

MULHERES:

EQUAÇÃO 1 = variáveis independentes $PABDO^2$ e MC^2 ,

EQUAÇÃO 2 = variáveis independentes $PABDO^2$ e MC,

EQUAÇÃO 3 = variáveis independentes PABDO e MC^2 ,

EQUAÇÃO 4 = variáveis independentes $PABDO^2$ e MC^2 e ID,

SOMATÓRIOS = $PABDO^2 + MC^2$, $PABDO^2 + MC$, $PABDO + MC^2$ e $PABDO^2 + MC^2 + ID$ e seus ajustes matemáticos.

Após a montagem das equações e somatórios, passou-se para a validação parcial, composta pela realização das correlações com a % G e com a MG, tanto nos GR, como nos GV. As equações passaram, também, pela análise diagnóstica dos resíduos.

A validação cruzada não foi utilizada, pois o objetivo de se calcular a MG foi utilizá-la como denominador dos índices, que utiliza a divisão entre a MG e a EST.

Após a realização de todos os testes estatísticos, foram escolhidas as equações e os somatórios com maior coeficiente de correlação, com menor número de variáveis e as de cálculo mais simples.

Cabe ressaltar que os índices propostos foram desenvolvidos, separadamente, para homens e mulheres. A tentativa de elaborar um único índice, para ambos os Gêneros, não foi bem sucedida, devido aos insignificantes valores de correlação, realizados nas etapas de validação.

2.7.1. Índice de Estimativa de Gordura Corporal para Homens

Para a criação de um índice para os homens, foi, primeiramente, realizada a regressão linear com objetivo de se elaborar equações para estimar a Massa Gorda (MG). Esta etapa utilizou, como variável dependente, a MG e, como independentes, a MC, a ID, o PABDO e seus ajustes.

Após a regressão, as variáveis independentes escolhidas foram a MC, ID^2 e o $PABDO^2$.

Na validação parcial, os modelos foram relacionados com a % G e a MG (calculados via PH), tanto no Grupo de Regressão, como no Grupo de Validação

Além da validação parcial, a análise diagnóstica da distribuição dos resíduos foi realizada, para cada um dos modelos, visando verificar a qualidade matemática dos mesmos.

Após esta etapa, foram elaborados quatro somatórios de variáveis (as mesmas das equações), sem a utilização da regressão, apenas somando e ajustando matematicamente os mesmos.

O próximo passo foi a criação do(s) índice(s), dividindo-se os somatórios e as equações pela EST e EST^2 , assim como correlacionar o(s) índice(s) com a % G e MG, nos GRM e GVM.

Os resultados de toda etapa de desenvolvimento do(s) índice(s), para homens, bem como os índices desenvolvidos, são apresentados no capítulo dos resultados.

2.7.2. Índice de Estimativa de Gordura Corporal para Mulheres

Para a criação de um índice para mulheres, foi, em primeiro lugar, realizada a regressão linear, com objetivo de se elaborar equações para estimar a Massa Gorda (MG). Esta etapa utilizou, como variável dependente, a MG e, como independentes, a MC, a ID, o PABDO e seus ajustes.

Após a regressão, as variáveis independentes escolhidas foram a MC, a MC^2 , a ID, o PCINT e o $PCINT^2$.

Após o desenvolvimento dos modelos para estimar a MG, passou-se para a validação parcial das equações, correlacionando-as com as variáveis observadas (% G e MG), via PH. Isso foi realizado tanto no GRF, como no GVF.

Após a aprovação das equações desenvolvidas, passou-se para o desenvolvimento dos somatórios, utilizando-se os somatórios das variáveis regressoras de cada equação, tais como $PCINT^2+MC^2$, $PCINT+MC^2$, $PCINT^2+MC$, $PCINT^2+MC^2+ID$ e seus ajustes matemáticos, ou seja, sua raiz quadrada, seus quadrados, seus inversos e os logaritmos.

Os somatórios foram criados e correlacionados com a %G e a MG (via PH), nos GRF e no GVF. Após analisados, foram escolhidos os somatórios que apresentaram correlação significativa com maior valor de “r”, entre estes e a % G e a MG.

Depois da conclusão de todas as etapas de validação e de análise diagnóstica, passou-se à criação do(s) índice(s) propriamente dito(s), dividindo-se as equações e os somatórios pela EST, sendo, assim, uma nova correlação parcial realizada.

Os resultados de toda etapa de desenvolvimento para mulheres, bem como os índices desenvolvidos, são apresentados no capítulo dos resultados.

2.8. AVALIAÇÃO DOS MODELOS DESENVOLVIDOS E SUA RELAÇÃO COM A SAÚDE

A partir do desenvolvimento das equações e índices propostos, passou-se aos testes estatísticos, que indicassem a eficácia e a praticabilidade, dos mesmos, em comparação aos índices antropométricos mais utilizados. Este foi só um passo inicial, com uso de bases de dados de estudos anteriores de avaliações transversais de militares.

Iniciou-se essa comprovação, utilizando-se avaliações realizadas em contingentes da Força de Paz da ONU, empregada no HAITI, nos anos de 2005 (N=1000) e 2007 (N=808).

Os sujeitos foram medidos pelos pesquisadores do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), como parte de uma avaliação diagnóstica que selecionou os integrantes para compor a força de Paz da ONU.

No grupamento de 2005, os dados que se utilizou foram, a idade (ID), a estatura (EST), a massa corporal (MC), o perímetro abdominal (PABDO). Foram calculados a % de gordura estimada pela equação desenvolvida neste estudo (% G), o IMC, o IGC 1 e o IGC 6, desenvolvidos para militares do sexo masculino.

Já, na tropa de Paz de 2007, foram avaliados 808 militares em sua idade (ID), a estatura (EST), a massa corporal (MC), o perímetro abdominal (PABDO), o perímetro da cintura (PCINT), do quadril (PQUAD), o resultado da corrida contínua de 12 minutos (CC12), a taxa sanguínea de glicose (GLIC), a taxa de triglicérides (TRIG), a taxa de colesterol de alta densidade (HDL). Foram calculados a % de gordura estimada pela equação desenvolvida neste estudo (% G), o IMC, o índice de conicidade (IC), o IGC 1 e o IGC 6, desenvolvidos para militares do sexo masculino.

Para se correlacionar o IMC, IC e os IGC desenvolvidos, neste estudo, com os parâmetros utilizados para determinação da síndrome metabólica, seguiu-se os

parâmetros apresentados pela I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica⁵⁰, segundo o NCEP – ATP III, demonstrados no Quadro 1.

Quadro 1 - Componentes da síndrome metabólica segundo o NCEP-ATP III	
Componentes	Níveis
Obesidade abdominal por meio de circunferência abdominal	
Homens	> 102 cm
Mulheres	> 88 cm
Triglicerídeos	≥ 150 mg/dL
HDL Colesterol	
Homens	< 40 mg/dL
Mulheres	< 50 mg/dL
Pressão arterial	≥ 130 mmHg ou ≥ 85 mmHg
Glicemia de jejum	≥ 110 mg/dL
A presença de <i>Diabetes mellitus</i> não exclui o diagnóstico de SM	

Esses grupos foram escolhidos, primeiramente, porque nenhum desses militares participou do desenvolvimento das equações e índices deste estudo e, finalmente, porque as avaliações continham os dados necessários para comprovação da eficácia dos índices desenvolvidos, em relação aos índices utilizados nos grupos.

As comparações foram realizadas por meio do teste de Correlação de Pearson ($p \leq 0,05$) e de gráficos de associação do tipo SCATTERPLOT.

As etapas das comparações foram realizadas da seguinte maneira:

- 1) Calculou-se a % G, via equação $\% G = 0,061(\text{ID}) + 16,002(\text{PABDO})^{1/2} - 5,056(\text{MC})^{1/2} - 91,222$, desenvolvida neste estudo, para os dois grupos;
- 2) Correlacionou-se o $\text{IGC } 1 = (\text{MC} + \text{PABDO}^2)^{1/2} / \text{EST}$ (metros), $\text{IGC } 6 = 0,004(\text{PABDO})^2 - 0,036(\text{MC}) - 13,862 / \text{EST}$ (metros), o IMC e o IC, para verificar qual a melhor correlação nos dois grupos;
- 3) Foram confeccionados os gráficos de associação, para cada comparação, nos dois grupos;
- 4) Relacionou-se cada índice antropométrico, com os parâmetros estipulados pela Organização Mundial de Saúde⁵⁰ para determinação da Síndrome Metabólica (NCEP – ATP III), no Grupo do Haiti/2007; e
- 5) Comparou-se, no grupo do Haiti/2007, os índices com o resultado do teste de capacidade Aeróbica, realizado por meio da corrida contínua de 12 minutos.

II. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo foram divididos em seis etapas, visando atender os objetivos específicos.

Primeiramente, foi apresentado o resultado da análise das equações nacionais desenvolvidas até o presente momento. Em segundo lugar, foram apresentadas as características antropométricas dos sujeitos do estudo. Em terceiro lugar, foram desenvolvidas equações para a estimativa da porcentagem de gordura para homens e para mulheres brasileiros. Em um quarto momento, foram validadas as equações desenvolvidas para a predição da gordura corporal. Logo após, foi desenvolvido e validado o Índice de Gordura Corporal (IGC), para homens e para mulheres, e, por fim, foi realizada a comparação entre os IGC desenvolvidos e os índices disponíveis na literatura (IMC e IC), relacionando-os com fatores de risco.

Os resultados dessas etapas são apresentados, separadamente, a seguir.

3.1. ANÁLISE DAS EQUAÇÕES NACIONAIS

Os modelos desenvolvidos, até o presente momento, utilizavam, basicamente, medidas antropométricas, incluindo dobras cutâneas, perímetros, diâmetros, massa corporal e estatura. O emprego dessas variáveis torna os modelos estudados amplamente aceitáveis, principalmente por serem simples, implicarem em baixo custo, demandarem pouco tempo para a avaliação e necessitarem de pouco espaço para a coleta de dados, bem como por não necessitarem de laboratório com instalações específicas.

Apesar da disponibilidade de equações nacionais, pode-se perceber que, com exceção da equação de Petroski³⁴, todas as outras foram desenvolvidas para populações específicas e, portanto, não devem ser utilizadas para populações em geral.

Embora apresentem muitas vantagens, quando se for usar uma equação para estimar a gordura corporal, deve-se tomar grande cuidado na escolha do modelo apropriado, já que dados como a idade, o gênero e as características antropométricas, devem ser considerados, pois o uso de um método inadequado, para estimar os componentes corporais, pode gerar vários erros.

Norton & Olds²⁴ explicam que muitos erros estão embutidos nos modelos matemáticos indiretos: o erro biológico na quantificação e na padronização dos componentes corporais; a criação do modelo de regressão pelo programa estatístico; o uso de equipamentos sem a calibragem correta; a transformação de DC em % de

Gordura; a escolha incorreta da equação; e, o mais prejudicial de todos os fatores indicados, o erro embutido pelo avaliador inexperiente.

Se forem somados todos os erros aos valores estimados, pode-se achar um valor completamente diferente dos parâmetros esperados, principalmente quando se trata de estimar fatores que comprometem a saúde humana.

Para amenizar algumas falhas embutidas pelos avaliadores nos resultados das avaliações, alguns modelos, utilizando somente perímetros, poderiam ser desenvolvidos.

As equações baseadas em perímetros podem apresentar menor acurácia, mas, em contrapartida, diminui-se a probabilidade de os avaliadores cometerem erros na tomada das medidas antropométricas, já que perímetros, ou circunferências, são mais fáceis de serem medidos, não necessitando de equipamento sofisticado e calibrado, bastando uma fita métrica metálica.

Portanto, há a necessidade de serem realizados estudos com o intuito de desenvolver e validar equações para populações ou grupos específicos, que fossem compostas por variáveis antropométricas de fácil medição, fossem simples, práticas, que pudessem ser utilizados por profissionais sem grande qualificação e que gerassem valores confiáveis, consistentes e reprodutivos.

3.2. CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DOS SUJEITOS

A seguir, são apresentados os valores descritivos dos sujeitos participantes deste estudo.

TABELA 2
VALORES DESCRITIVOS DOS GRUPOS DE REGRESSÃO
E VALIDAÇÃO DOS HOMENS.

	<i>N</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	$\bar{X} \pm s$
GRUPO DE REGRESSÃO MASCULINO (GRM)				
IDADE (anos)	350	18,00	57,33	34,50 ± 10,30
ESTATURA (cm)	350	156,00	198,30	175,56 ± 6,97
MC (Kg)	350	53,80	131,45	79,73 ± 13,37
PABDO (cm)	350	67,70	133,00	89,66 ± 10,79
%GORDURA (%G)	350	2,48	35,27	17,18 ± 7,48
GRUPO DE VALIDAÇÃO MASCULINO (GVM)				
IDADE (anos)	50	18,33	59,58	34,16 ± 10,95
ESTATURA (cm)	50	163,20	189,80	175,40 ± 6,04
MC (Kg)	50	61,00	123,60	79,34 ± 13,13
PABDO (cm)	50	73,40	126,50	87,94 ± 11,05
%GORDURA (%G)	50	3,14	36,88	14,82 ± 7,56

TABELA 3
VALORES DESCRITIVOS DOS GRUPOS DE REGRESSÃO
E VALIDAÇÃO DAS MULHERES.

	<i>N</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	$\bar{X} \pm s$
GRUPO DE REGRESSÃO FEMININO (GRF)				
IDADE (anos)	218	17,42	48,75	29,56 ± 6,66
ESTATURA (cm)	218	151,20	184,90	164,22 ± 5,60
MC (Kg)	218	46,40	85,50	59,72 ± 7,33
PCINT(cm)	218	60,60	90,20	70,37 ± 5,73
%GORDURA (%G)	218	10,06	36,21	23,41 ± 5,81
GRUPO DE VALIDAÇÃO FEMININO (GVF)				
IDADE (anos)	32	19,42	44,92	28,76 ± 5,67
ESTATURA (cm)	32	153,30	176,10	164,85 ± 6,21
MC (Kg)	32	42,65	81,70	57,94 ± 8,41
PCINT(cm)	32	59,40	89,30	68,43 ± 6,80
%GORDURA (%G)	32	5,76	36,53	18,50 ± 7,49

As características antropométricas, dos sujeitos do grupo de regressão, são muito importantes, pois quando se deseja utilizar os modelos desenvolvidos, para outros sujeitos, deve-se certificar que as características sejam as mesmas do grupo de validação.

3.3. DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES PARA A DETERMINAÇÃO DA GORDURA CORPORAL RELATIVA EM MILITARES BRASILEIROS, COM IDADE ENTRE 18 E 60 ANOS

Participaram do estudo, 400 militares brasileiros, saudáveis e fisicamente ativos, oriundos de todas as regiões do Brasil, com idades (AA) de $34,50 \pm 10,39$ anos, massa corporal (MC) de $79,66 \pm 13,32$ kg, estatura (EST) de $175,74 \pm 7,06$ cm, porcentagem de gordura (% G) de $16,91 \pm 7,52$, perímetro abdominal (PABDO) $89,44 \pm 10,81$ e Densidade Corporal (DC) de $1,060428123 \pm 0,0170416575$, os quais foram divididos em GR = 350 sujeitos e GV = 50 sujeitos, obtendo os valores descritivos apresentados na Tabela 4.

TABELA 4
VALORES DESCRITIVOS DOS GRUPOS GR e GV.

	GR n = 350	GV n = 50	GR	GR	GV	GV
	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	Min.	Max.	Min.	Max.
ID, anos	34,50 ± 10,30	34,15 ± 11,02	18,00	57,33	18,33	59,58
MC, kg	79,74 ± 13,37	78,85 ± 13,13	53,80	131,45	61,00	123,60
EST, cm	175,56 ± 6,97	176,40 ± 7,41	156,00	198,30	164,80	196,10
% G	17,18 ± 7,48	15,02 ± 7,59	2,48	35,27	3,14	36,88
PABDO, cm	89,66 ± 10,79	87,49 ± 10,94	67,70	133,00	73,40	126,50

% G = porcentagem de gordura, PABDO = perímetro abdominal, cm; GR = grupo de regressão e GV = grupo de validação.

Para o levantamento das variáveis que poderiam ser utilizadas nas equações, foram realizadas as análises de 10 perímetros corporais, em um teste piloto, somente para os primeiros 60 sujeitos (N = 60), para que fossem testadas as correlações entre as mesmas e a quantidade de gordura. Após este momento, passou-se a medir somente o perímetro abdominal (PABDO), pois, além de apresentar maior e significativa correlação com a gordura relativa calculada por meio da Pesagem Hidrostática, foi o que, também, apresentou maior e significativa associação com doenças coronarianas⁵⁸. Os resultados da Correlação de Pearson, r, (para $P \leq 0,05$), são apresentados na Tabela 5.

TABELA 5
CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE PERÍMETROS E % G.

Variáveis	PESC	ANTB	BREL	BCON	TOR	PCINT	PABDO	QUAD	CXS	PM
% G	0,478	0,367	0,407	0,415	0,652	0,735	0,770	0,662	0,465	0,364
P	0,000	0,004	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004
N	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

$P \leq 0,05$; perímetros (P, cm): Pescoço (PESC), Antebraço (ANTB), braço relaxado (BREL), braço contraído (BCON), tórax (TOR), cintura (PCINT), abdominal (PABDO), quadril (QUAD), coxa superior (CXS) e panturrilha medial (PM).

Após a análise, o PABDO foi combinado com a ID, a EST e a MC, os ajustes e os somatórios mistos foram realizados e correlacionados ($P \leq 0,05$) com a % G. Com os resultados da correlação, a regressão foi realizada com as seguintes variáveis independentes: MC, PABDO, $PABDO^2$, $PABDO^{1/2}$, $1/PABDO$, MC^2 , $MC^{1/2}$, ID, $ID^{1/2}$, ID^2 , somatório de (ID+MC+PABDO) e somatório de $(ID+MC+PABDO)^2$.

A análise de Regressão (Stepwise) foi realizada utilizando a % G (variável

dependente) com as variáveis independentes apresentadas acima. As equações selecionadas para a validação são apresentadas na Tabela 6.

TABELA 6
EQUAÇÕES DESENVOLVIDAS PARA A ESTIMATIVA DA GORDURA
CORPORAL EM MILITARES BRASILEIROS, DE 18 A 60 ANOS DE IDADE.

Nº	EQUAÇÃO	R	SEE
1	$\% G = 15,083 (PABDO)^{1/2} - 6,167 (MC)^{1/2} + 0,056 (ID+MC+PABDO) - 81,857$	0,859	3,85
2	$\% G = 0,073(ID) - 0,236(MC) + 0,651(PABDO) - 1117,602(1/PABDO) - 12,229$	0,856	3,89
3	$\% G = 0,078(ID) - 0,236(MC) + 0,780(PABDO) - 36,675$	0,855	3,90
4	$\% G = 0,061(ID) + 16,002(PABDO)^{1/2} - 5,056(MC)^{1/2} - 91,222$	0,859	3,84
5	$\% G = 17,273(PABDO)^{1/2} - 5,774(MC)^{1/2} - 94,731$	0,857	3,87

As equações foram selecionadas respeitando-se os critérios de praticidade, menor número de variáveis independentes, maior correlação múltipla e menor EPE, para, após isso, passar para a validação.

A primeira parte da validação foi realizada com o GV, em duas etapas. Primeiramente, foram utilizados os testes de comparação entre médias dependentes (teste t de Student) e Correlação de Pearson, r, entre a % G obtida por meio da Pesagem Hidrostática e a % G estimada pelas equações desenvolvidas. Os resultados dos primeiros testes são apresentados na Tabela 7.

TABELA 7
COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS E CORRELAÇÃO DE PEARSON, ENTRE A % G,
MEDIDA VIA PH, e A % G, ESTIMADA PELAS 5 EQUAÇÕES, NO GV.

EQUAÇÃO	% G (PH)			
	t	p	r	p
% G - EQ1	-1,758	0,085	0,879	0,000
% G - EQ2	-1,881	0,066	0,883	0,000
% G - EQ3	-1,799	0,078	0,886	0,000
% G - EQ4	-1,579	0,121	0,880	0,000
% G - EQ5	-1,351	0,183	0,867	0,000

As equações aprovadas não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre as médias das % G, medida e estimada, e correlação significativa de $r \geq 0,80$ e $P=0,000$ ⁵².

A partir da primeira etapa de validação, foram calculados os erros para cada equação, no GV, para compará-los ao EPE.

Segundo os dados obtidos, todas as cinco equações obtiveram validação, ou seja, não apresentaram diferença entre as médias e correlação significativa, entre a %G, medida e a estimada, apresentando os erros (EC e ET) menores que o EPE.

Após a validação utilizando o GV, passou-se à análise diagnóstica do modelo de regressão, a fim de se detectar possíveis erros no modelo matemático.

Para iniciar a análise diagnóstica dos modelos de regressão desenvolvidos e validados, testou-se a validade interna das equações, por meio da correlação, e a diferença entre as médias do resultado da % G do modelo matemático (% G, EQ) e da Pesagem Hidrostática (% G, PH), através da correlação de Pearson ($P \leq 0,05$) e o teste t pareado de Student ($P > 0,05$). O resultado é apresentado na Tabela 8.

TABELA 8
CORRELAÇÃO DE PEARSON E TESTE t PAREADO ENTRE A % G, MEDIDA VIA PH, E A ESTIMADA, VIA EQUAÇÕES DESENVOLVIDAS, NO GR.

	TESTES	t	P	r	P
EQ 1	% G(PH) x % G(EQ)	0,300	0,764	0,856	0,000
EQ 2	% G(PH) x % G(EQ)	- 0,105	0,917	0,856	0,000
EQ 3	% G(PH) x % G(EQ)	0,242	0,809	0,855	0,000
EQ 4	% G(PH) x % G(EQ)	0,203	0,839	0,856	0,000
EQ 5	% G(PH) x % G(EQ)	0,152	0,879	0,852	0,000

Os resultados da Tabela 8 mostram que as variáveis preditas pelos modelos de regressão são muito bem relacionadas ($r > 0,80$) com as variáveis observadas (PH) e, em nenhuma das cinco equações, foi observada diferença estatisticamente significativa entre as médias ($P > 0,05$).

Após os testes realizados anteriormente, passou-se a analisar a relação entre os resíduos Studentizados das equações e os valores da % G estimados pelas equações desenvolvidas.

Os gráficos foram analisados e mostraram aleatoriedade de distribuição dos pontos, comprovando não haver Heterocedasticidade entre os resíduos Studentizados e as

variáveis dependentes, ou seja, os gráficos que compararam a % G e os resíduos, das cinco equações, mostraram haver Homocedasticidade, isto é, variância constante dos resíduos dos modelos matemáticos desenvolvidos.

Assim, foi avaliada a distribuição gráfica entre os resíduos e as variáveis independentes, de cada equação, onde foi observado, também, que houve aleatoriedade na distribuição dos pontos do gráfico.

Os gráficos analisados mostraram, claramente, não haver tendência definida na relação entre os resíduos Studentizados e as variáveis independentes (nas cinco equações), ou seja, os pontos, em todos os gráficos, se distribuíram aleatoriamente em torno do valor zero. Esse resultado na distribuição dos pontos mostra a qualidade dos ajustes de regressão, não havendo erros no modelo matemático, autenticando a qualidade matemática do mesmo.

Os gráficos das etapas da análise diagnóstica são apresentados, a seguir, por tipo de análise.

GRÁFICO 1
NORMALIDADE DA EQUAÇÃO 1.

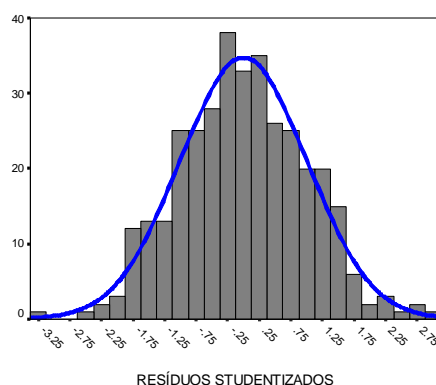


GRÁFICO 2
NORMALIDADE DA EQUAÇÃO 2.

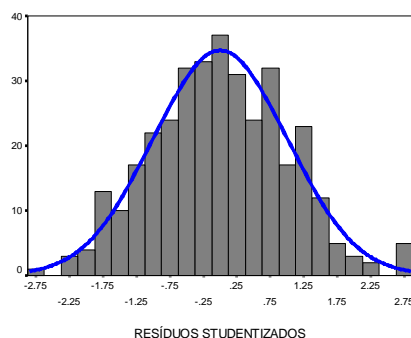


GRÁFICO 3
NORMALIDADE DA EQUAÇÃO 3.

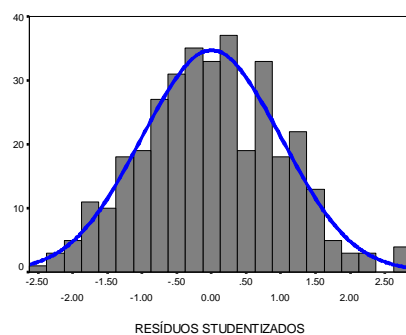


GRÁFICO 4
NORMALIDADE DA EQUAÇÃO 4.

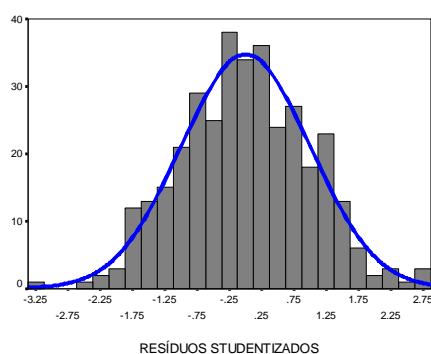
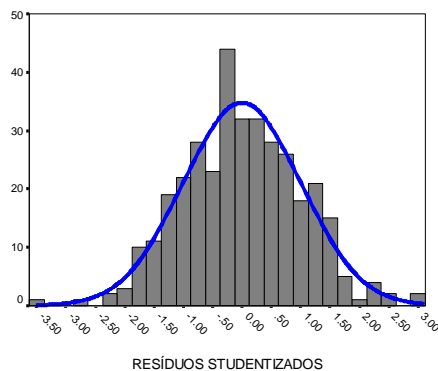


GRÁFICO 5
NORMALIDADE DA EQUAÇÃO 5.



Os resíduos, em todas as equações, apresentaram boa normalidade, se distribuindo em torno do valor 3,0, com pequenas variações, provenientes de *outliers*, mas que não comprometeram os resultados nem da regressão, nem da distribuição.

Os gráficos seguintes mostram a relação entre os resíduos Studentizados e a variável dependente, ou seja, a % G estimada pela equação.

Pelo que se pôde verificar, as relações caracterizam a variância constante dos resíduos, quando comparados com as variáveis estimadas (dependentes), determinando

haver homocedasticidade dos resíduos, no modelo matemático desenvolvido, bem como a qualidade do modelo da regressão.

GRÁFICO 6

RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A % G, NA EQUAÇÃO 1.

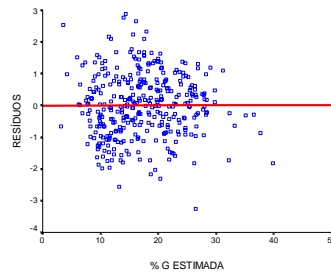


GRÁFICO 7

RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A % G, NA EQUAÇÃO 2.

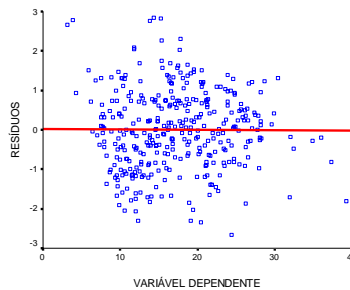


GRÁFICO 8

RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A % G, NA EQUAÇÃO 3.

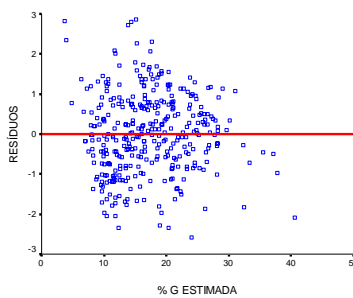


GRÁFICO 9

RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A % G, NA EQUAÇÃO 4.

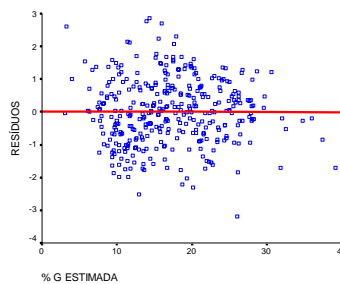
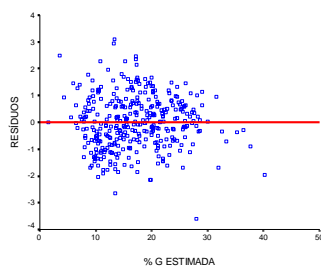


GRÁFICO 10
RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A % G, NA EQUAÇÃO 5.



A seguir, os gráficos correlacionam a % G, medida via PH, e a % G, estimada pelas equações.

GRÁFICO 11
CORRELAÇÃO ENTRE A %G MEDIDA E A %G ESTIMADA, NA EQUAÇÃO 1.

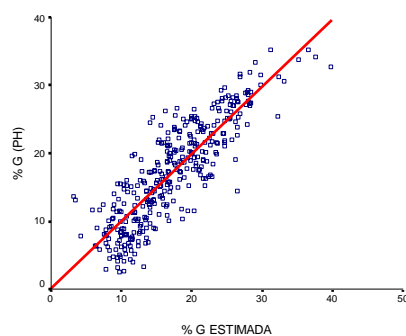


GRÁFICO 12
CORRELAÇÃO ENTRE A %G MEDIDA E A %G ESTIMADA, NA EQUAÇÃO 2.

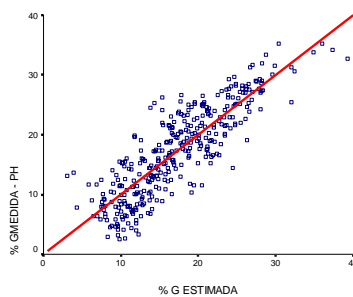


GRÁFICO 13

CORRELAÇÃO ENTRE A %G MEDIDA E A %G ESTIMADA, NA EQUAÇÃO 3.

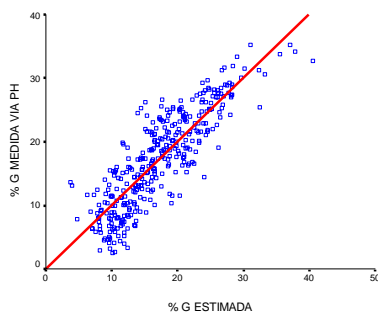


GRÁFICO 14

CORRELAÇÃO ENTRE A %G MEDIDA E A %G ESTIMADA, NA EQUAÇÃO 4.

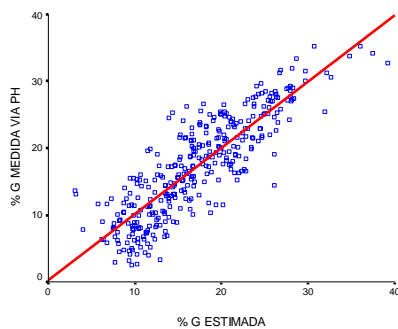
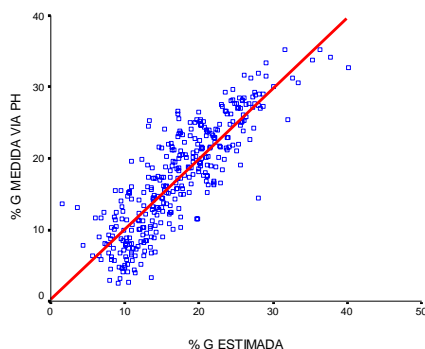


GRÁFICO 15

CORRELAÇÃO ENTRE A %G MEDIDA E A %G ESTIMADA, NA EQUAÇÃO 5.



A distribuição dos pontos, nos gráficos anteriores, que relacionam as % G, medidas por meio da PH, e as % G, estimadas pelas equações desenvolvidas, demonstram haver expressiva correlação e uma excelente associação entre elas, comprovando a qualidade matemática das regressões nos modelos desenvolvidos.

Os Gráficos 16, 17 e 18 mostram a relação entre os resíduos Studentizados e as variáveis independentes da EQUAÇÃO 1, ou seja, $PABDO^{1/2}$, $MC^{1/2}$ e o somatório do $PABDO + MC + ID$.

GRÁFICO 16
RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E $PABDO^{1/2}$.

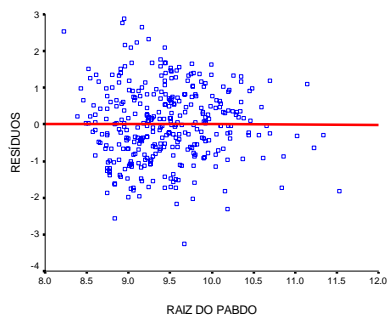


GRÁFICO 17
RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E $MC^{1/2}$.

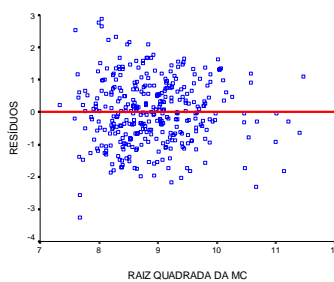
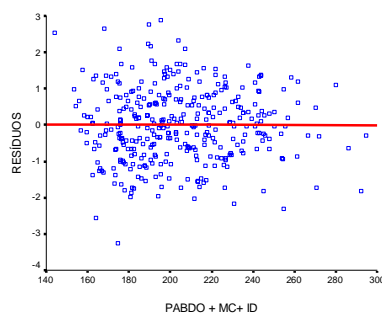


GRÁFICO 18
RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A SOMA ($PABDO + MC + ID$).



Os resultados das associações entre os resíduos e as variáveis estimadoras (independentes) se caracterizam por não apresentar nenhum padrão sistemático na distribuição dos pontos, principalmente, por estar bem caracterizada a pulverização em torno do resíduo de valor zero, em todos os gráficos. Este padrão de distribuição

caracteriza a qualidade da regressão e da escolha das variáveis estimadoras, comprovando a não colinearidade entre elas.

Os Gráficos, a seguir, mostram a relação entre os Resíduos Studentizados e as variáveis independentes da EQUAÇÃO 2, ou seja, ID, MC, o PABDO e o inverso do PABDO (1/PABDO).

GRÁFICO 19
RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A ID.

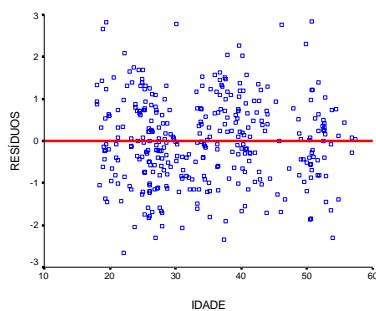


GRÁFICO 20
RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A MC.

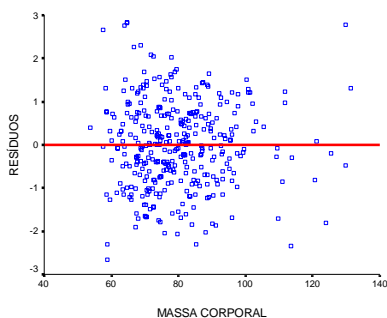


GRÁFICO 21
RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O PABDO.

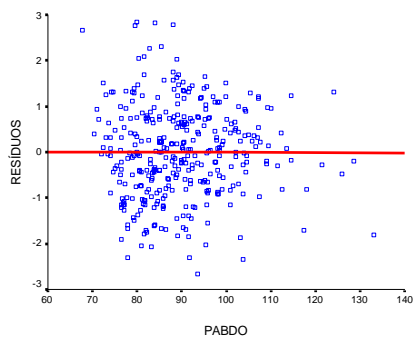
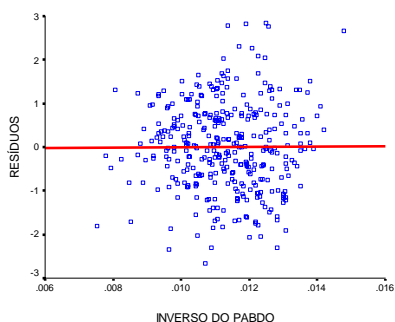


GRÁFICO 22
RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O 1/PABDO.



Os resultados das associações entre os resíduos e as variáveis estimadoras (independentes) se caracterizam por não apresentar nenhum padrão sistemático na distribuição dos pontos, em torno do resíduo de valor zero, em todos os gráficos. Este padrão caracteriza a qualidade da regressão e da escolha das variáveis estimadoras, comprovando a não colinearidade entre elas.

Os Gráficos 23, 24 e 25 mostram a relação entre os resíduos Studentizados e as variáveis independentes da equação 3, ou seja, ID, MC e o PABDO.

A distribuição dos pontos nos gráficos da EQUAÇÃO 3, também, não apresentou padrão sistemático, demonstrando distribuição aleatória, em torno do valor zero, comprovando a aprovação na análise diagnóstica, ou seja, a qualidade matemática do modelo de regressão.

GRÁFICO 23
RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A ID.

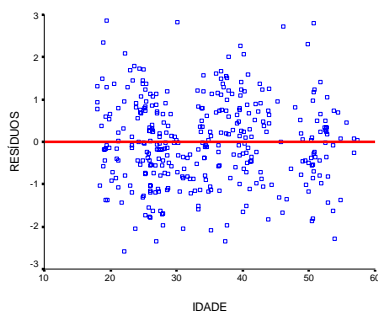


GRÁFICO 24
RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A MC.

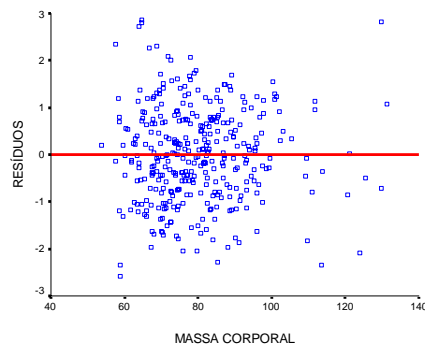
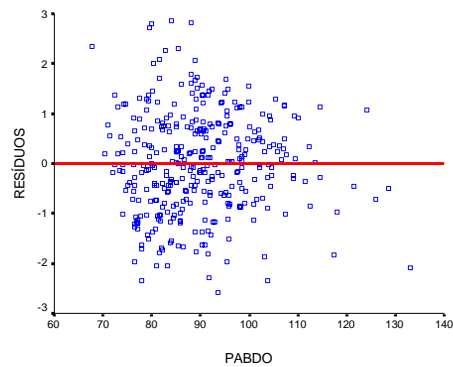


GRÁFICO 25
RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O PABDO.



Os Gráficos, a seguir, mostram a relação entre os resíduos Studentizados e as variáveis independentes da EQUAÇÃO 4, ou seja, ID, o $PABDO^{1/2}$ e a $MC^{1/2}$.

GRÁFICO 26
RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A ID.

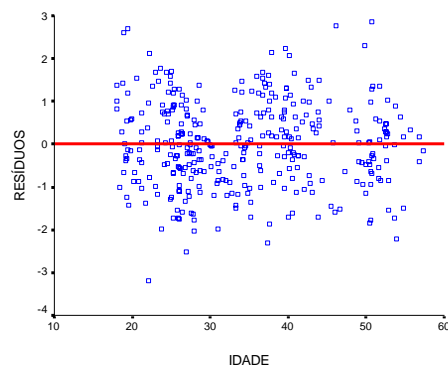


GRÁFICO 27
 RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O $PABDO^{1/2}$.

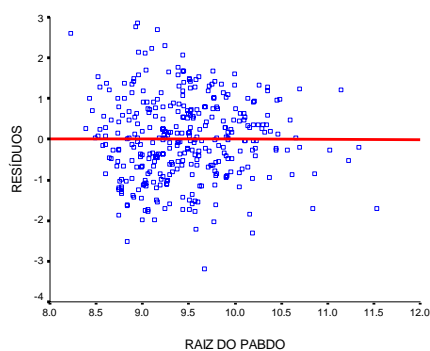
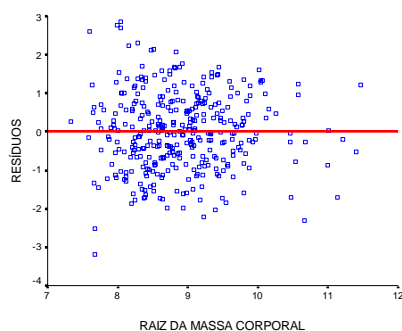


GRÁFICO 28
 RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A $MC^{1/2}$.



Os gráficos anteriores, também, apresentaram pulverização dos pontos em torno do resíduo zero, demonstrando ausência de padrão definido na distribuição. Ainda, na EQUAÇÃO 4, o modelo de regressão apresentou qualidade matemática no modelo e qualidade do modelo em relação à escolha das variáveis preditoras.

Os Gráficos 29 e 30 mostram a relação entre os resíduos Studentizados e as variáveis independentes da EQUAÇÃO 5, ou seja, o $PABDO^{1/2}$ e a $MC^{1/2}$.

GRÁFICO 29
 RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O $PABDO^{1/2}$.

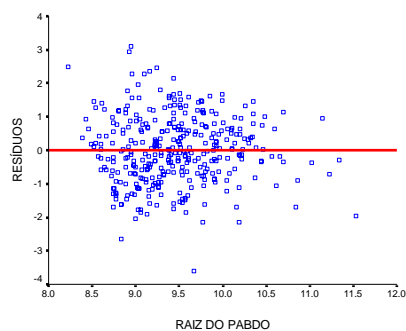
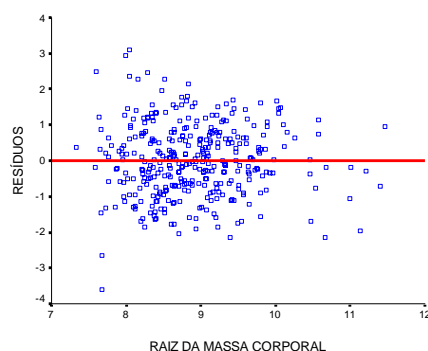


GRÁFICO 30
 RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A $MC^{1/2}$.



Estes últimos dois gráficos apresentaram, também, pontos pulverizados em torno do valor zero, comprovando a aprovação na análise diagnóstica, ou seja, a qualidade matemática do modelo de regressão e da escolha das variáveis independentes.

3.3.1. Discussão

As equações desenvolvidas utilizam variáveis antropométricas de fácil localização e mensuração e, ainda, as mesmas utilizadas nos índices antropométricos mais populares, ou seja, a idade, a estatura, a massa corporal e um perímetro corporal, localizado na região do abdômen.

A utilização dessas variáveis pode ter interferido na validação, pois não se conseguiu um EPE conforme a recomendação de Lohman (1992, p.3-4), ou seja, $EPE \leq 3,5\%$, contudo, há que se salientar que este critério é para ser utilizado em equações desenvolvidas com o uso de dobras cutâneas.

Portanto, mesmo com o EPE de 4,11 %, nas duas equações, ele se torna aceitável, pois erros de 3,5 %, destinam-se a equações com dobras cutâneas, entre as variáveis independentes, o que não é o caso neste estudo, onde se utilizou perímetros.

Outros estudos, desenvolvendo equações, que utilizam perímetros, estatura, massa e idade, apresentaram valores próximos de 4%, sendo comumente aceitos, como é o caso de Tran & Weltman (1989), que apresentaram o $EPE = 4,2\%$.

As equações utilizando somente medidas de perímetros, apesar dos EPE maiores, apresentam vantagens sobre as equações montada com dobras cutâneas, pois esses modelos, apesar da precisão ou do baixo erro, tornam-se pouco práticos, frente às equações aqui desenvolvidas, pelos seguintes motivos:

- 1) É muito mais fácil medir perímetros do que a dobra cutânea, pois estas necessitam de técnica apurada, além de equipamentos específicos, que demandam grande experiência para sua utilização⁵⁶;
- 2) A medida de dobras cutâneas deve ser repetida, em no mínimo 2 ou 3 ou mais vezes, a fim de se testar a correção da medida²³;
- 3) Na medida de perímetros, o avaliador embute menos erros do que nas medidas de dobra cutânea, pois as medidas de dobras cutâneas são realizadas em milímetros e os perímetros em cm⁶⁰;
- 4) É muito mais rápido e fácil medir perímetros, em estudos epidemiológicos, onde se avaliam milhares de pessoas em um curto espaço de tempo²¹;
- 5) Os pontos anatômicos dos perímetros são mais fáceis de identificação por parte do avaliador;
- 6) O erro entre avaliadores e intra-avaliador é menor em medidas de perímetro^{23,60};
- 7) O compasso de dobras precisa estar sempre calibrado, não sendo esta calibragem realizada em qualquer local ou lugar e de forma rápida;
- 8) Há uma dificuldade, por parte do avaliador, em manter a pressão no destaque das dobras (Norton & Olds, 1996, p. 162) e, ainda, em manter esta pressão constante em todas as avaliações realizadas, para que haja reprodutibilidade²⁴;
- 9) Para indivíduos obesos, as equações baseadas em perímetros possuem maior acuracidade⁶¹; e
- 10) A medida do perímetro proporciona a avaliação da quantidade de gordura livre das limitações geradas pelo método de dobras cutâneas¹⁸.

3.4. DESENVOLVIMENTO DAS EQUAÇÕES PARA A ESTIMATIVA DA % G, PARA BRASILEIROS, INDEPENDENTE DE GÊNERO

Após a regressão, das dezenas de modelos desenvolvidos, os escolhidos, antes da validação, são apresentados na Tabela 9.

TABELA 9
MODELOS DESENVOLVIDOS PELA REGRESSÃO LINEAR.

N	Equação (G%)	R	EPE
1	$17,650*(G) + 0,789*(PABDO/PCINT) - 0,001*(MC)^2 - 62,775$	0,826	4,20
2	$17,293 * (G) + 0,703 * (PABDO/PCINT) - 0,001 * (MC)^2 + 0,099 * (ID) - 59,960.$	0,833	4,13
3	$16,370 * (G) + 0,663 * (PABDO/PCINT) - 0,001 * (MC)^2 + 0,100 * (ID) - 0,088 * (EST) - 41,849$	0,835	4,11
4	$16,787 * (G) - 0,001 * (MC)^2 + 0,001 * (ID)^2 + 12,038 * (PABDO/PCINT)^{1/2} - 0,105 * (EST) - 93,075$	0,835	4,11
5	$16,370 * (G) - 0,001 * (MC)^2 + 0,663 * (PABDO/PCINT) - 2,297 * (EST)^{1/2} + 0,1 * (ID) - 26,934$	0,835	4,11

ONDE, G = GÊNERO MASCULINO = 1 E FEMININO = 2; ID = IDADE, ANOS; EST = ESTATURA, CM; MC = MASSA CORPORAL, KG.

Após o desenvolvimento das equações, deu-se início à validação das mesmas. Inicialmente, foi realizada a correlação entre os valores da G%, medida pela Pesagem Hidrostática (%G-PH), e a % G, estimada pelas equações (%G-EQ). Em um segundo momento, foi feita uma comparação entre as médias desses valores. Os resultados são apresentados nas Tabelas 10 e 11.

TABELA 10
CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE A G% via PH e EQUAÇÕES.

	N	Correlação	$p \leq 0,05$
%G-PH & EQ1	79	0,875	0,000
%G-PH & EQ2	79	0,872	0,000
%G-PH & EQ3	79	0,855	0,000
%G-PH & EQ4	79	0,843	0,000
%G-PH & EQ5	79	0,855	0,000

TABELA 11
COMPARAÇÃO ENTRE AS MÉDIAS DA G% via PH e via EQUAÇÕES.

	t	$p \leq 0,05$
%G-PH x EQ1	- 7,442	0,000
%G-PH x EQ2	- 4,071	0,000
%G-PH x EQ3	- 0,598	0,551
%G-PH x EQ4	2,459	0,016
%G-PH x EQ5	- 0,448	0,655

Pelos resultados apresentados, somente as EQUAÇÕES 3 e 5 conseguiram validação nesta primeira etapa, pois apresentaram correlação significativa acima de 0,80, além de igualdade entre as médias ($p \geq 0,05$), quando foi comparada a média da G% (PH) com a média da G% via EQ.

Após a primeira etapa, as equações aprovadas passaram para comparação dos seus erros (EC e ET), com o EPE de cada equação. Os resultados são apresentados na Tabela 12.

TABELA 12
CÁLCULO DOS ERROS CONSTANTES E TÉCNICOS DAS
EQUAÇÕES VALIDADAS.

Equação	EC	ET	EPE
Equação 3	- 0,26	3,88	4,11
Equação 5	- 0,19	3,87	4,11

Considerando os resultados apresentados, na Tabela 12, as duas equações, aprovadas na primeira fase, foram validadas quando da comparação com os erros constante, técnico e de estimativa. Portanto, na validação cruzada, somente as EQUAÇÕES 3 e 5 foram aprovadas.

Assim, após esta etapa, os modelos passaram pela análise diagnóstica, onde foi verificada a qualidade matemática dos modelos desenvolvidos e validados, conforme apresentado nos Gráficos e Tabelas, a seguir:

GRÁFICO 31
NORMALIDADE DOS RESÍDUOS DA EQUAÇÃO 3.

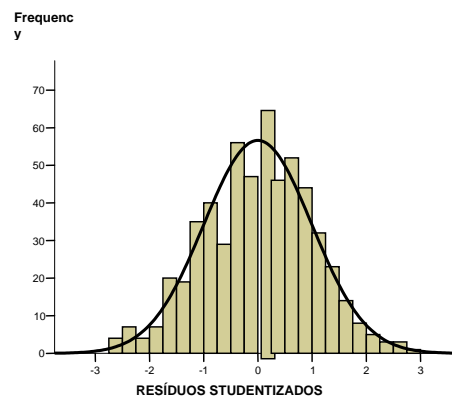
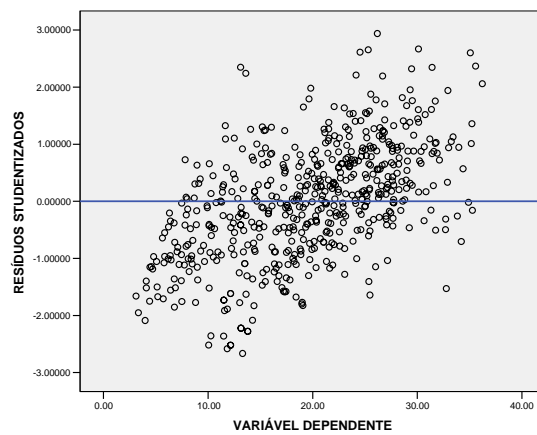


GRÁFICO 32
RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A VARIÁVEL INDEPENDENTE.



GRÁFICOS 33 a 36
RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E AS VARIÁVEIS INDEPENDENTES
MC², PABDO/PCINT, AA e EST.

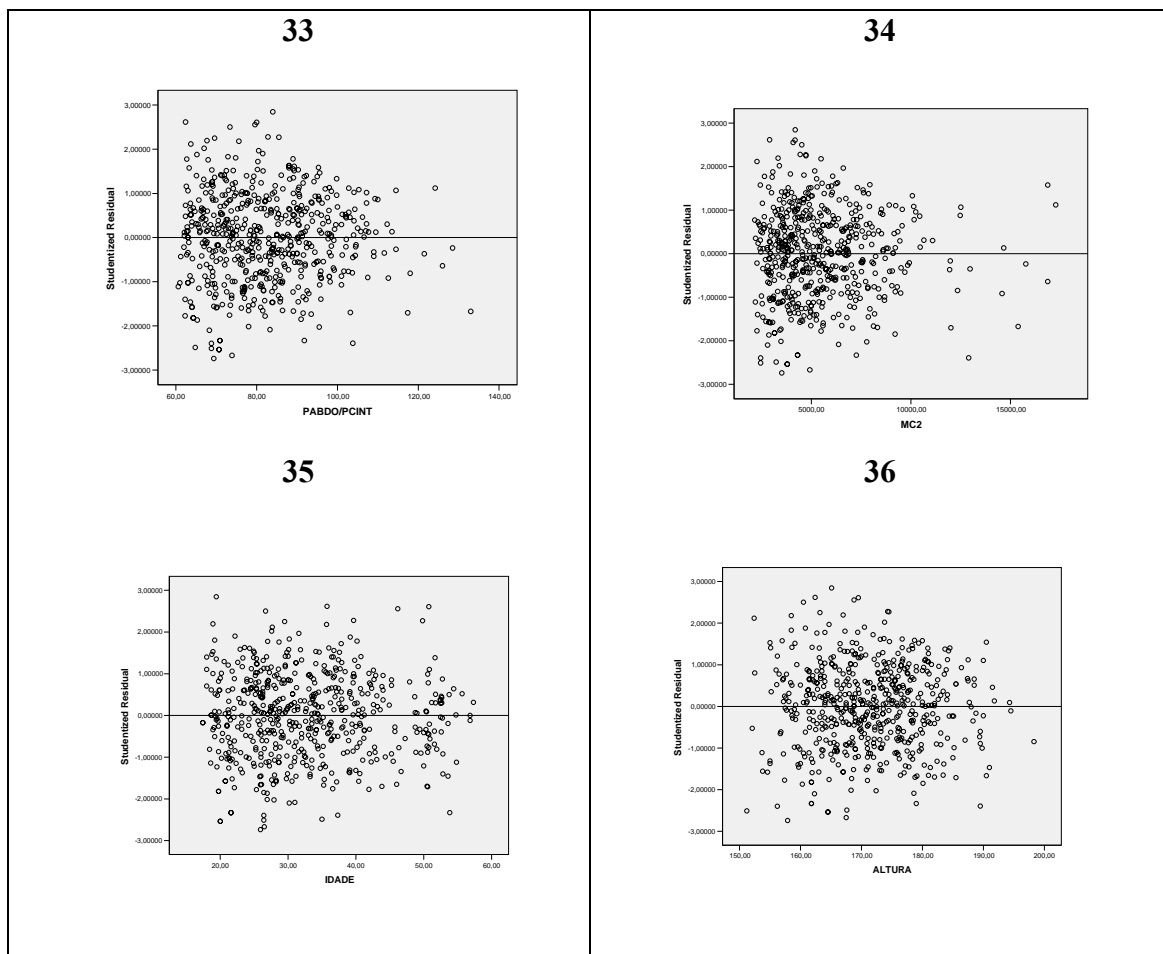


GRÁFICO 37
NORMALIDADE DOS RESÍDUOS STUDENTIZADOS DA EQUAÇÃO 5.

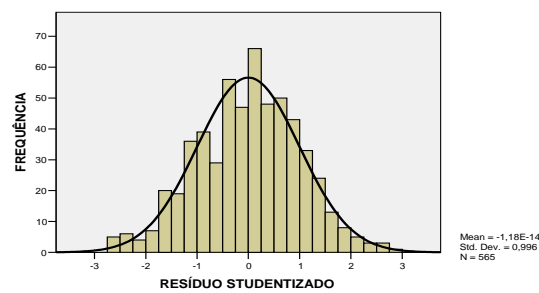
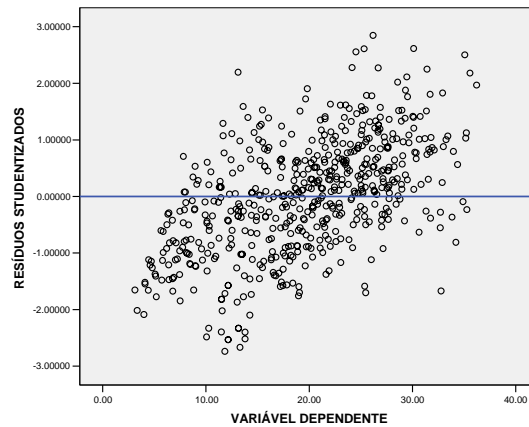
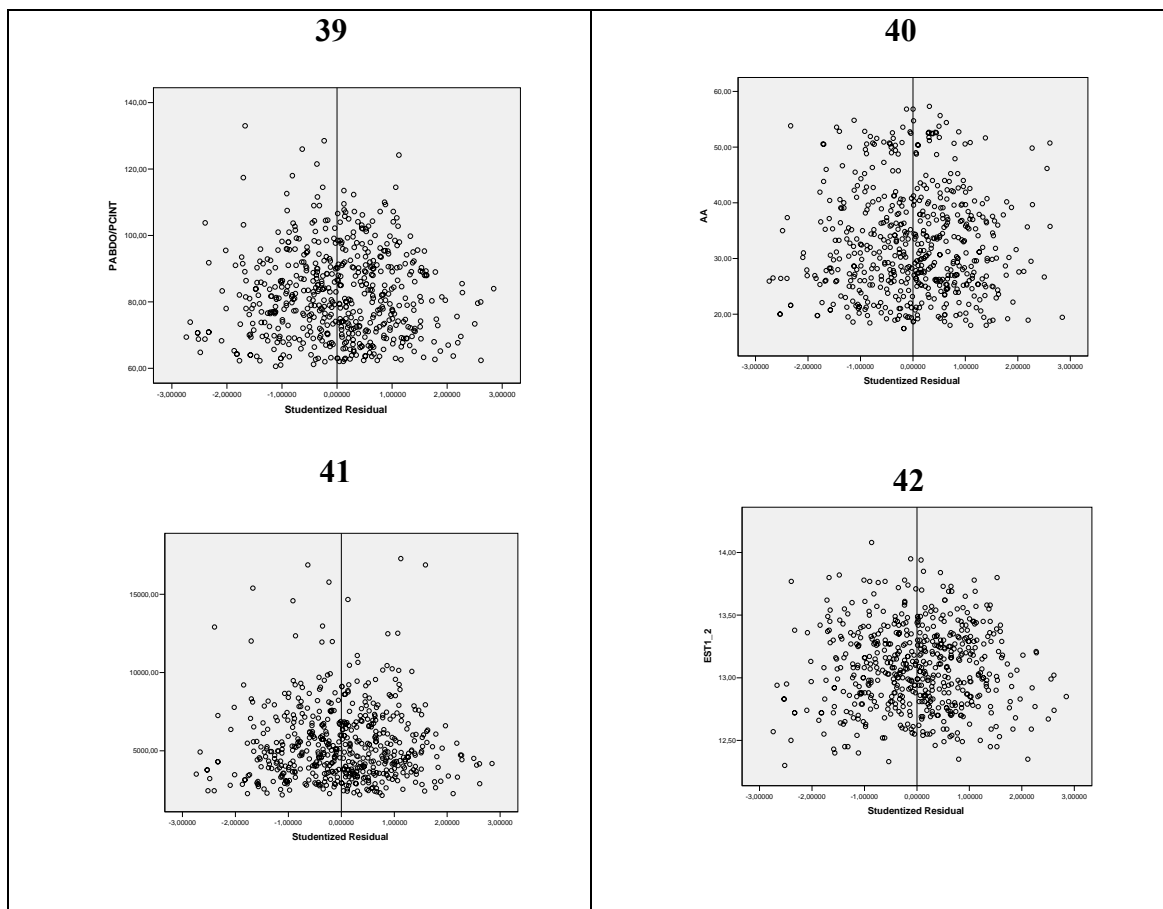


GRÁFICO 38

RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A % G ESTIMADA NA EQUAÇÃO 5.



GRÁFICOS 39 a 42

RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS STUDENTIZADOS E AS VARIÁVEIS INDEPENDENTES PABDO/PCINT, AA, MC² e EST^{1/2}.

Após a análise dos Gráficos, pode-se observar que há normalidade na distribuição dos resíduos, havendo Homocedasticidade, ou seja, variância constante dos resíduos, quando comparados às variáveis que compõem o modelo matemático. Por fim, a falta de padrão na distribuição dos pontos, nos Gráficos, garante a qualidade do modelo escolhido e a inexistência de tendências indesejáveis nos mesmos.

3.4.1. Discussão

Nas equações desenvolvidas, os perímetros escolhidos na região abdominal foram baseados nos resultados das correlações individuais, entre estes e a % G, obtida via PH e, ainda, pelo grande número de estudos, como referenciado anteriormente, apresentando correlação significativa entre o perímetro abdominal e/ou da cintura e fatores de risco coronariano.

O desenvolvimento de um modelo que possa ser utilizado para ambos os gêneros, facilita a utilização do mesmo em estudos epidemiológicos, apesar do EPE um pouco elevado, tendo em vista a facilidade de tomada das medidas, a sua aplicabilidade, a reprodutibilidade dos dados, a simplicidade do modelo, o baixo custo do instrumento, a utilização por qualquer avaliador, além de ser um único instrumento para todos os sujeitos.

3.5. RESULTADOS DO DESENVOLVIMENTO DE ÍNDICE INDICATIVO DE GORDURA CORPORAL - IGC

3.5.1. Índice Indicativo de Gordura Corporal para Homens (IGCM)

As equações desenvolvidas são apresentadas na Tabela 13, juntamente com a correlação Múltipla (R), o Coeficiente de Determinação (R^2) e o Erro Padrão da Estimativa (EPE)

TABELA 13
EQUAÇÕES DESENVOLVIDAS PARA ESTIMAR A MG.

No	EQUAÇÃO	R	R^2	EPE
1	$MG = 0,004 (PABDO)^2 + 0,001 (ID)^2 - 15,184$	0,923	0,852	3,07
2	$MG = 0,004 (PABDO)^2 - 0,036 (MC) - 13,862$	0,922	0,850	3,09

Após o desenvolvimento das equações, passou-se para a validação parcial dos modelos, isto é, para a verificação das correlações entre as equações, a % G e a MG, via

PH, para que se quantificasse o poder de associação entre as mesmas e a Gordura Corporal. Estas correlações foram realizadas, tanto para o GRM, como, também, para o GVM.

TABELA 14
CORRELAÇÃO ENTRE EQUAÇÕES, % G e MG NO GRM.

<i>No</i>	<i>EQUAÇÃO</i>	<i>% G</i>	<i>MG</i>
1	$MG = 0,004 (PABDO)^2 + 0,001(ID)^2 - 15,184$	0,819 p = 0,000	0,923 p = 0,000
2	$MG = 0,004 (PABDO)^2 - 0,036 (MC) - 13,862$	0,812 p = 0,000	0,922 p = 0,000

TABELA 15
CORRELAÇÃO ENTRE A %G, MG, e AS EQUAÇÕES DO GVM.

		EQ 1	EQ 2
% G	Correlação "r"	0,861	0,848
	Significância "p"	0,000	0,000
MG	Correlação "r"	0,937	0,932
	Significância "p"	0,000	0,000
	N	50	50

GRÁFICO 43
NORMALIDADE DOS RESÍDUOS DA EQ 1.

GRÁFICO 44
DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS EM RELAÇÃO À MG DA EQ 1.

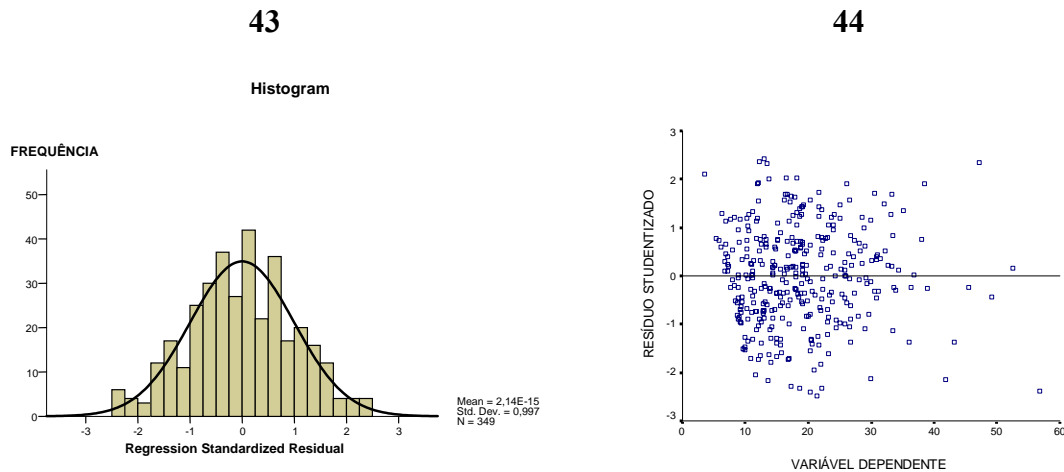


GRÁFICO 45
DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS EM RELAÇÃO À PABDO² DA EQ 1.

GRÁFICO 46
DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS EM RELAÇÃO A ID² DA EQ 1.

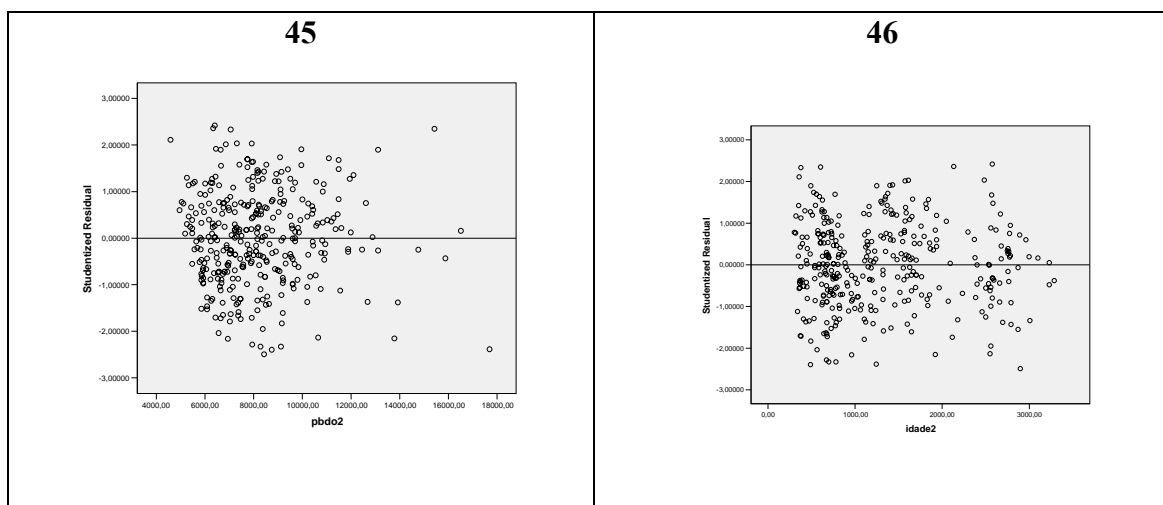


GRÁFICO 47

ASSOCIAÇÃO ENTRE A MG VIA PH e a MG ESTIMADA PELA EQ 1.

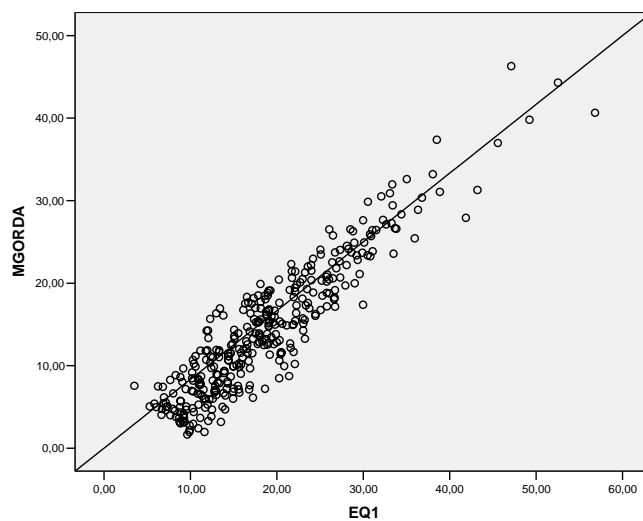


GRÁFICO 48

NORMALIDADE DOS RESÍDUOS DA EQ 2.

GRÁFICO 49

DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS EM RELAÇÃO À MG DA EQ 2.

48

49

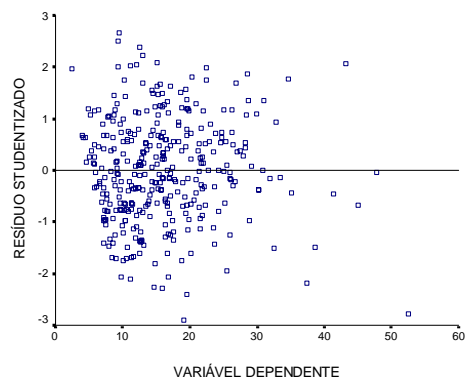
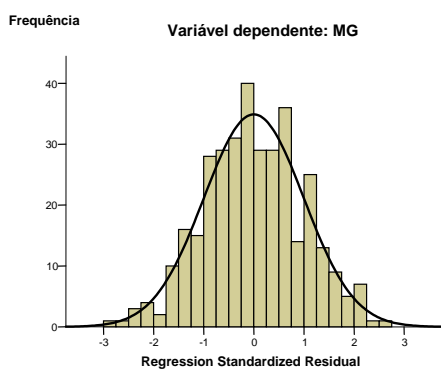


GRÁFICO 50
DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS EM RELAÇÃO À MC DA EQ 2.

GRÁFICO 51
DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS EM RELAÇÃO À PABDO²
DA EQUAÇÃO 2.

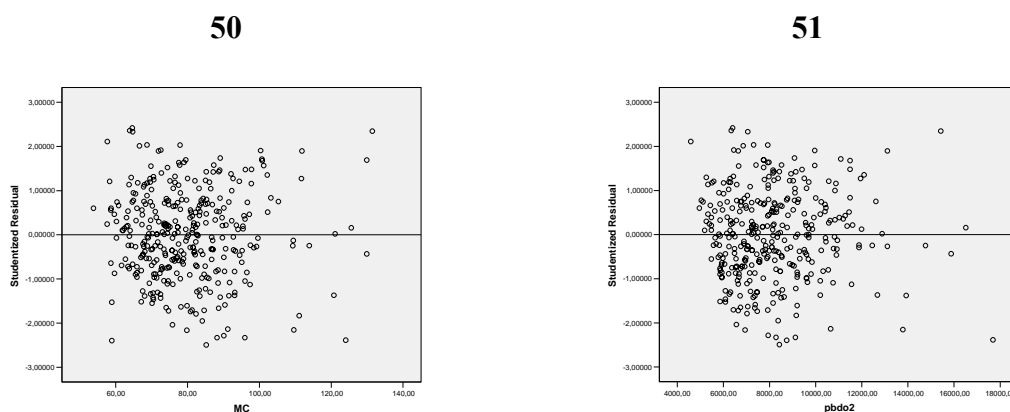
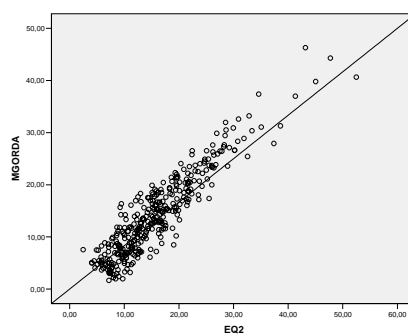


GRÁFICO 52
ASSOCIAÇÃO ENTRE A MG VIA PH e a MG ESTIMADA
PELA EQ 2.



Verificando-se os gráficos apresentados, pode-se perceber que a distribuição dos pontos, quando comparados os Resíduos Studentizados e as variáveis dependentes,

apresentaram Homocedasticidade nas duas equações.

Em relação à normalidade, os dois gráficos dos resíduos analisados apresentaram distribuição normal.

A relação entre os resíduos e as variáveis estimadoras apresentou excelente pulverização dos pontos, em todos os gráficos, comprovando a qualidade dos ajustes na regressão.

Por último, os gráficos de associação entre a variável calculada (via PH) e a estimada (via equação) apresentaram significativa e muito boa correlação.

Conclui-se, então, que os modelos desenvolvidos possuem excelente ajuste de regressão, Homocedasticidade dos resíduos e qualidade matemática.

Na Tabela 16, são apresentadas as correlações dos somatórios das variáveis (MC, PABDO, ID) e das equações, com a % G e MG, determinadas pela PH, no GRM.

TABELA 16
CORRELAÇÃO ENTRE A %G e MG (VIA PH), COM OS SOMATÓRIOS,
NO GRM.

<i>No</i>	<i>SOMATÓRIO</i>	<i>% G</i>	<i>MG</i>
1	$(MC + PABDO^2)^{1/2}$	0,816	0,919
2	$(ID + PABDO^2)^{1/2}$	0,812	0,922
3	MC+ PABDO ²	0,804	0,921
4	ID + PABDO ²	0,806	0,922

Após os testes, no GRM, as mesmas correlações foram realizadas no GVM. Os resultados são apresentados na Tabela 17.

TABELA 17
CORRELAÇÃO ENTRE A %G e MG (VIA PH), COM OS SOMATÓRIOS,
NO GVM.

		SOM1	SOM2	SOM3	SOM4
% G	Correlação “r”	0,844	0,846	0,841	0,843
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
MG	Correlação “r”	0,922	0,922	0,931	0,931
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
N		50	50	50	50

Os testes realizados demonstraram a excelente e significativa correlação existente entre os somatórios, a % G e a MG, medidas via PH.

Os resultados podem ser observados nas tabelas a seguir:

TABELA 18
INDICES INDICATIVOS DE GORDURA CORPORAL (IGC) DESENVOLVIDOS
PARA HOMENS.

<i>IGC</i>	<i>VARIÁVEIS</i>	<i>UNIDADE</i>
SOM1/EST	$\frac{(MC + PABDO^2)^{1/2}}{EST \text{ (metros)}}$	Valor/metro
SOM2/EST	$\frac{(ID + PABDO^2)^{1/2}}{EST \text{ (metros)}}$	Valor/metro
SOM3/EST	$\frac{MC + PABDO^2}{EST \text{ (cm)}}$	Valor/cm
SOM4/EST	$\frac{ID + PABDO^2}{EST \text{ (cm)}}$	Valor/cm
MG1/EST	$\frac{0,004 (PABDO)^2 + 0,001 (ID)^2 - 15,184}{EST \text{ (metros)}}$	Kg/metro
MG2/EST	$\frac{0,004 (PABDO)^2 - 0,036 (MC) - 13,862}{EST \text{ (metros)}}$	Kg/metro

TABELA 19
CORRELAÇÃO ENTRE A %G, MG E IGC, BASEADOS EM SOMATÓRIOS,
NO GRM.

		SOM1/PH*	SOM2/PH	SOM3/PH	SOM4/PH
% G	Correlação “r”	0,830	0,831	0,824	0,825
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
MG	Correlação “r”	0,881	0,881	0,915	0,915
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
N		349	349	349	349

* PH = Peso hidrostático.

TABELA 20
CORRELAÇÃO ENTRE A %G, MG E IGC, BASEADOS EM SOMATÓRIOS,
NO GVM.

		SOM1/H	SOM2/H	SOM3/H ²	SOM4/H ²
% G	Correlação “r”	0,812	0,815	0,835	0,837
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
MG	Correlação “r”	0,886	0,887	0,922	0,923
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
N		50	50	50	50

TABELA 21
CORRELAÇÃO ENTRE INDICES DAS EQUAÇÕES, %G e MG, NO GRM.

		MG EQ1/H	MG EQ2/H
% G	Correlação “r”	0,832	0,824
	Significância “p”	0,000	0,000
MG	Correlação “r”	0,919	0,919
	Significância “p”	0,000	0,000
N		349	349

TABELA 22
CORRELAÇÃO ENTRE INDICES DAS EQUAÇÕES, %G e MG, NO GVM.

		MG EQ1/H	MG EQ2/H
% G	Correlação “r”	0,861	0,847
	Significância “p”	0,000	0,000
MG	Correlação “r”	0,935	0,929
	Significância “p”	0,000	0,000
N		50	50

Pelo que foi observado nos resultados, conclui-se que os IGC, para homens, baseados nos somatórios e nas equações, apresentaram excelente correlação linear com a % G e a MG, obtidas pela PH.

Essas correlações, significativas, ocorreram tanto nas relações do GRM, como, também, no GVM. Portanto, pode-se afirmar que a utilização dos índices, para o acompanhamento das modificações corporais, possui significativa associação com a gordura corporal.

3.5.2. Índice Indicativo de Gordura Corporal para Mulheres (IGCF)

Foram desenvolvidos quatro modelos matemáticos, validados parcialmente, analisando-se as correlações individuais de cada equação com a % G e a MG (via PH), a correlação Múltipla (R), o Coeficiente de Determinação (R²) e o EPE.

As equações desenvolvidas são apresentadas na Tabela 23, juntamente com a correlação Múltipla (R), o Coeficiente de Determinação (R²) e o Erro Padrão da Estimativa (EPE)

TABELA 23
RESULTADOS DA REGRESSÃO PARA ESTIMAR A MG NO GRF.

<i>No</i>	<i>EQUAÇÃO</i>	<i>R</i>	<i>R²</i>	<i>EPE</i>
1	$MG = 0,003 (PCINT)^2 + 0,002(MC)^2 - 6,640$	0,825	0,680	2,67
2	$MG = 0,003 (PCINT)^2 + 0,261 (MC) - 14,584$	0,822	0,672	2,68
3	$MG = 0,002 (MC)^2 + 0,379 (PCINT) - 20,229$	0,824	0,679	2,67
4	$MG = 0,002 (PCINT)^2 + 0,002 (MC)^2 + 0,076 (ID) - 7,958$	0,831	0,691	2,63

Os modelos desenvolvidos apresentaram muito bom R, moderado R² e bom EPE, apesar de não possuírem padrão para eles. A consideração sobre o bom EPE foi baseada na comparação com as equações desenvolvidas para homens, que, apesar de possuírem maior R e R², apresentaram, também, o EPE aproximadamente $\pm 0,5$ Kg a mais.

Os resultados são apresentados na Tabela 24.

TABELA 24
CORRELAÇÃO ENTRE AS EQUAÇÕES, A % G e a MG VIA PH, NO GRF.

		EQ1	EQ2	EQ3	EQ4
% G	Correlação “r”	0,619	0,616	0,614	0,626
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
MG	Correlação “r”	0,824	0,822	0,824	0,831
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
N		217	217	217	217

Pelos resultados, apresentados acima, pode-se concluir que, quando se relacionou as equações com a % G, os resultados apresentaram correlações significativas, porém moderadas. Já o resultado entre as equações e a MG apresentou correlação significativa e muito boa.

Após os modelos terem sido relacionados no GRF, o mesmo foi feito para o GVF, sendo os resultados apresentados na Tabela 25.

TABELA 25
CORRELAÇÃO ENTRE AS EQUAÇÕES, A % G e a MG VIA PH, NO GVF.

		EQ1	EQ2	EQ3	EQ4
% G	Correlação “r”	0,826	0,828	0,832	0,838
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
MG	Correlação “r”	0,934	0,934	0,936	0,941
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	31	31	31	31

Pelos resultados apresentados, pode-se concluir que, quando foram relacionadas as equações, no GVF, os resultados melhoram com a % G e com a MG, ou seja, todas as correlações foram significativas e muito boas.

3.5.3. Análise Diagnóstica das Equações

$$\text{EQUAÇÃO 1: } MG = 0,003 (PCINT)^2 + 0,002(MC)^2 - 6,640$$

GRÁFICO 53

NORMALIDADE DOS RESÍDUOS STUDENTIZADOS.

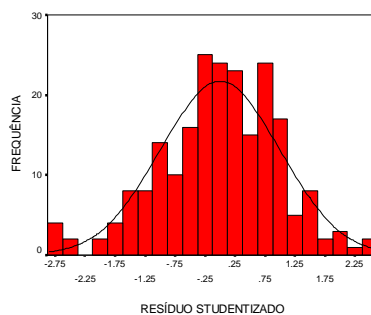


GRÁFICO 54

RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A VARIÁVEL DEPENDENTE.

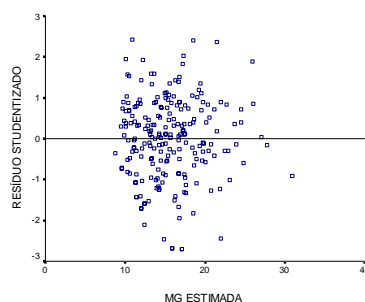
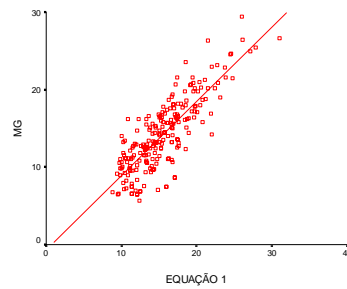
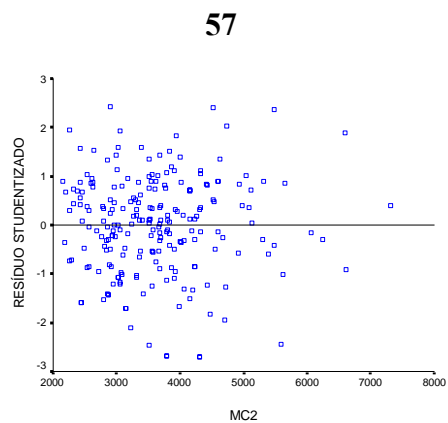
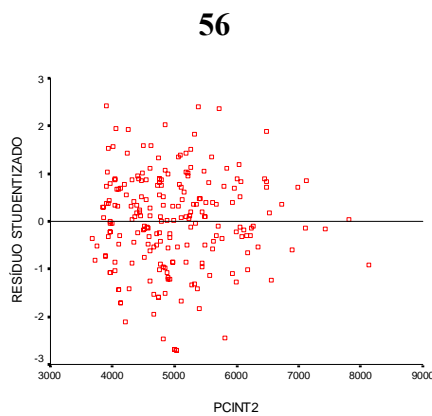


GRÁFICO 55
CORRELAÇÃO ENTRE A MG (VIA PH) E A MG (ESTIMADA).



GRÁFICOS 56 e 57
CORRELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O PCINT2 E MC2,
RESPECTIVAMENTE.



$$\text{EQUAÇÃO 2 : } MG = 0,003 (\text{PCINT})^2 + 0,261 (\text{MC}) - 14,584$$

GRÁFICO 58
NORMALIDADE DOS RESÍDUOS STUDENTIZADOS.

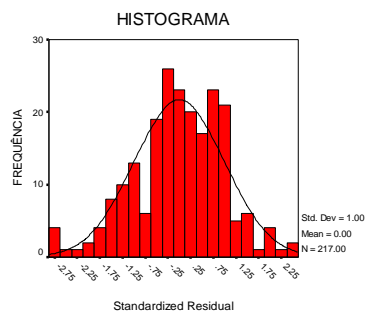


GRÁFICO 59

RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A VARIÁVEL DEPENDENTE.

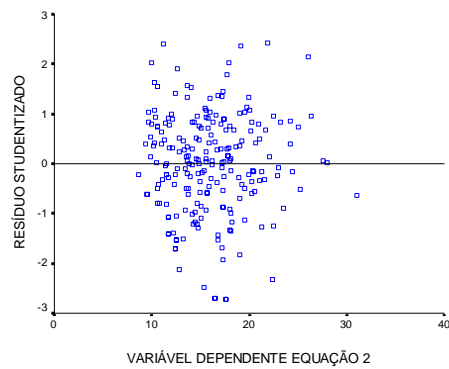
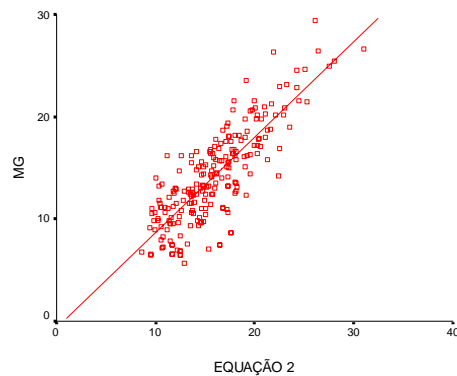


GRÁFICO 60

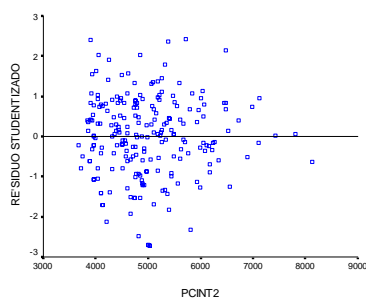
CORRELAÇÃO ENTRE A MG (VIA PH) E A MG (ESTIMADA).



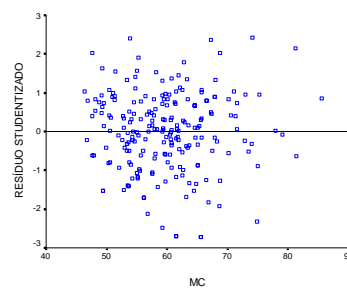
GRÁFICOS 61 e 62

CORRELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O PCINT² E MC, RESPECTIVAMENTE.

61



62



$$\text{EQUAÇÃO 3 : MG} = 0,002 (\text{MC})^2 + 0,379 (\text{PCINT}) - 20,229$$

GRÁFICO 63

NORMALIDADE DOS RESÍDUOS STUDENTIZADOS.

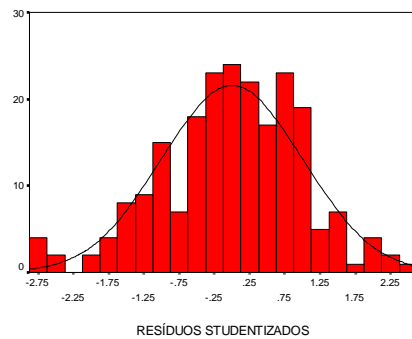


GRÁFICO 64

RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A VARIÁVEL DEPENDENTE.

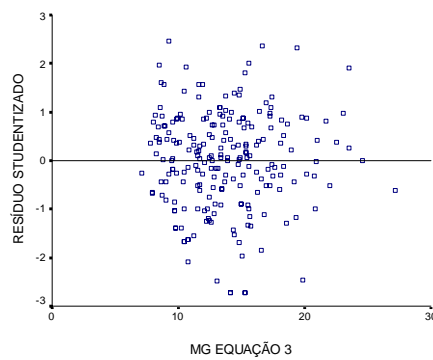
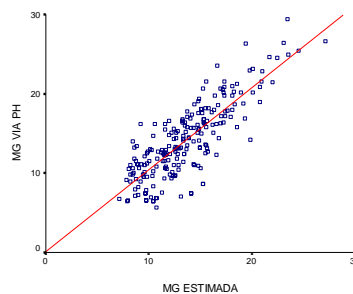
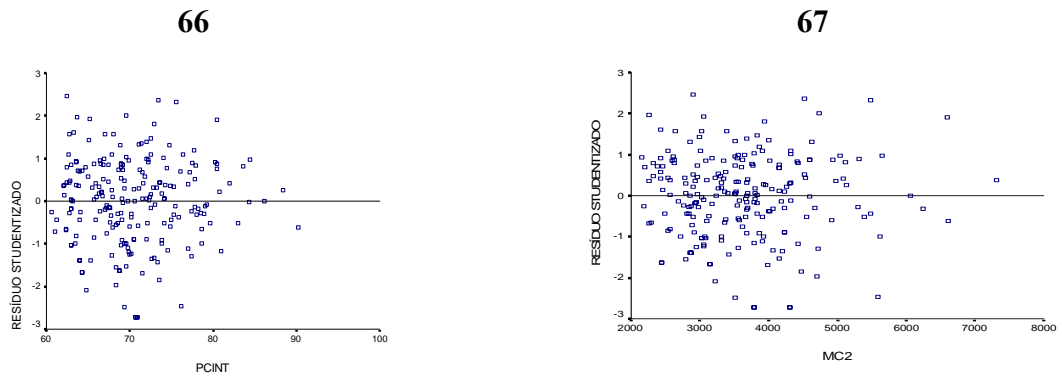


GRÁFICO 65

CORRELAÇÃO ENTRE A MG (VIA PH) E A MG (ESTIMADA).



GRÁFICOS 66 e 67

CORRELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O PCINT E MC², RESPECTIVAMENTE.

$$\text{EQUAÇÃO 4 : MG} = 0,002 (\text{PCINT})^2 + 0,002 (\text{MC})^2 + 0,076 (\text{ID}) - 7,958$$

GRÁFICO 68

NORMALIDADE DOS RESÍDUOS STUDENTIZADOS.

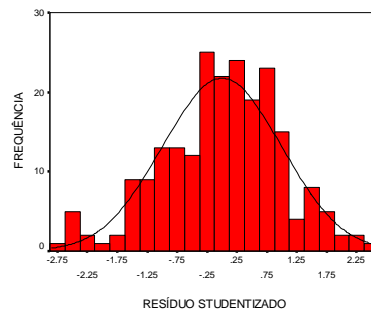


GRÁFICO 69

RELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E A VARIÁVEL DEPENDENTE.

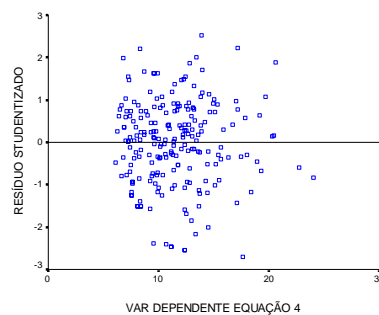
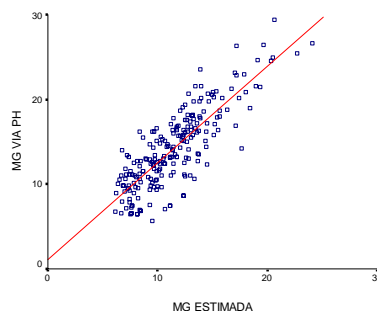
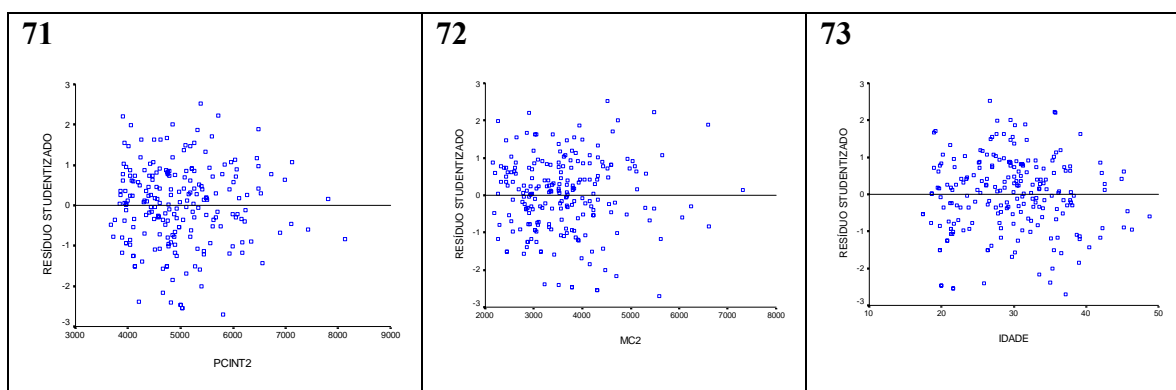


GRÁFICO 70
CORRELAÇÃO ENTRE A MG (VIA PH) E A MG (ESTIMADA).



GRÁFICOS 71, 72 e 73
CORRELAÇÃO ENTRE OS RESÍDUOS E O PCINT², MC E ID,
RESPECTIVAMENTE.



Após a realização da análise diagnóstica entre os resíduos Studentizados e as variáveis dependentes e independentes das equações desenvolvidas, pode-se concluir que:

- Quando se relacionou os resíduos e as variáveis dependentes, os gráficos comprovaram a existência de Homocedasticidade dos resíduos, o que pôde ser verificado pela distribuição dos pontos, que não apresentaram nenhum padrão sistemático, ou seja, sua distribuição foi pulverizada em torno do valor 0 (zero);
- Quando se analisou os resíduos em relação às variáveis independentes de cada equação, pôde-se verificar a ausência de tendência na distribuição dos pontos do gráfico, caracterizando, assim, a linearidade entre eles, garantindo a qualidade do ajuste e a força da associação do modelo desenvolvido; e

- Pôde-se, também, verificar o poder de associação entre a variável medida (MG medida, via PH) e a variável estimada (MG, estimada pela equação), pelo comportamento dos pontos nos gráficos, relacionando-as em cada equação.

Portanto, conclui-se que os modelos desenvolvidos possuem excelente qualidade matemática de regressão.

Os somatórios escolhidos são apresentados nas Tabelas 26 e 27

TABELA 26
CORRELAÇÃO ENTRE SOMATORIOS, %G e MG (VIA PH), NO GRF.

GRF		SOMA1	SOMA4	SOMA5	SOMA8
% G	Correlação “r”	0,603	0,604	0,604	0,605
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
MG	Correlação “r”	0,820	0,821	0,824	0,825
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	217	217	217	217

TABELA 27
CORRELAÇÃO ENTRE SOMATÓRIOS, %G e MG (VIA PH), NO GVF.

GVF		SOM1	SOM4	SOM5	SOM8
% G	Correlação “r”	0,829	0,830	0,821	0,821
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
MG	Correlação “r”	0,934	0,934	0,932	0,933
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	31	31	31	31

Analisando os resultados, pôde-se observar que todos os somatórios escolhidos apresentaram correlação significativa, mas com coeficiente de correlação (r) moderado,

com a % G. Já com a MG, todos apresentaram correlação significativa e coeficiente muito bom.

Os inversos e os logaritmos apresentaram correlação significativa, porém muito mais baixa do que as escolhidas.

Com o GVF, as correlações aumentaram, tanto com a % G, como com a MG. Todas foram significativas e muito boas.

Os resultados das divisões e das correlações, nos GRF e GVF, são apresentados nas Tabelas 28 a 31.

TABELA 28
CORRELAÇÃO ENTRE OS IGC (EQUAÇÕES), % G e MG, NO GRF.

GRF		EQ1/EST	EQ2/EST	EQ3/EST	EQ4/EST
% G	Correlação “r”	0,642	0,640	0,639	0,651
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
MG	Correlação “r”	0,828	0,826	0,830	0,838
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
N		217	217	217	217

TABELA 29
CORRELAÇÃO ENTRE OS IGC (SOMATÓRIOS), % G e MG, NO GRF.

GRF		SOM1/EST	SOM4/EST	SOM5/EST	SOM8/EST
% G	Correlação “r”	0,650	0,650	0,639	0,640
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
MG	Correlação “r”	0,809	0,809	0,833	0,833
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
N		217	217	217	217

TABELA 30
CORRELAÇÃO ENTRE OS IGC (EQUAÇÕES), % G e MG, NO GVF.

GVF		EQ1/EST	EQ2/EST	EQ3/EST	EQ4/EST
% G	Correlação “r”	0,830	0,833	0,837	0,843
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
MG	Correlação “r”	0,930	0,931	0,934	0,940
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	31	31	31	31

TABELA 31
CORRELAÇÃO ENTRE OS IGC (SOMATÓRIOS), % G e MG, NO GVF.

GVF		SOM1/EST	SOM2/EST	SOM3/EST	SOM4/EST
% G	Correlação “r”	0,834	0,835	0,829	0,830
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
MG	Correlação “r”	0,910	0,911	0,930	0,930
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	31	31	31	31

Após a análise dos resultados, pode-se observar que todos os IGC desenvolvidos apresentaram correlação significativa com a % G e a MG, sendo que o coeficiente r foi moderado na correlação entre os IGC e a % G, no GR, e foi muito bom na correlação entre os IGC e a % G, no GV. E, ainda, foi observado que todas as correlações foram muito boas e maiores, quando se comparou os IGC com a MG. Isso ocorreu tanto no GR, como no GV.

Os índices desenvolvidos para mulheres são apresentados na Tabela 32.

TABELA 32

ÍNDICES DE GORDURA CORPORAL DESENVOLVIDOS PARA MULHERES.

<i>No</i>	<i>VARIÁVEIS</i>	<i>UNIDADE</i>
SOMA 1	$(PCINT^2 + MC^2)^{1/2}$ EST (metros)	Valor/metro
SOMA 2	$(PCINT^2 + MC^2 + ID)^{1/2}$ EST (metros)	Valor/metro
SOMA 3	$(PCINT^2 + MC^2)$ EST (cm)	Valor/cm
SOMA 4	$(PCINT^2 + MC^2 + ID)$ EST (cm)	Valor/cm
EQ 1	$0,003 (PCINT)^2 + 0,002(MC)^2 - 6,640$ EST (metros)	Kg/metro
EQ 2	$0,003 (PCINT)^2 + 0,261 (MC) - 14,584$ EST (metros)	Kg/metro
EQ 3	$0,002 (MC)^2 + 0,379 (PCINT) - 20,229$ EST (metros)	Kg/metro
EQ 4	$0,002 (PCINT)^2 + 0,002 (MC)^2 + 0,076 (ID) - 7,958$ EST (metros)	Kg/metro

3.5.4. Discussão

A utilização dos índices antropométricos, desenvolvidos neste estudo, apresenta as seguintes vantagens:

1. A população utilizada, para o seu desenvolvimento, foi composta, em sua totalidade, por brasileiros natos, apresentando as mesmas características étnicas e morfológicas. O IGC possui a vantagem de ser um índice específico para brasileiros e ser o primeiro instrumento, validado estatisticamente, para a nossa população.
2. O IMC e o IC, apesar de utilizados amplamente, não foram desenvolvidos originalmente para a população brasileira; e
3. Os valores do IMC não expressam a quantidade e nem a distribuição da gordura corporal, mas os IGC sim, pois foram desenvolvidos e validados por meio de testes estatísticos de regressão, em que a variável dependente foi a % G e a massa gorda (MG);

4. O uso de variáveis de simples medida faz com que a reprodutibilidade do instrumento aumente muito. Isso se torna importante quando se deseja comparar avaliações, repetidas, em uma mesma amostra. Esta reprodutibilidade é assegurada pela simplicidade das medidas necessárias, já que medidas, como a MC, o PABDO, o PCINT, a ID e a EST, podem ser tomadas praticamente por qualquer pessoa, pois necessita de muito menos treinamento do que as medidas de dobra cutânea;
5. Além disso, utiliza equipamentos de baixo custo, que podem ser empregados em qualquer lugar.

Considerando o desenvolvimento do IGC e a comparação dele, com outros índices, considera-se que o IGC pode, sozinho, ser utilizado como instrumento: para estimar a modificação da composição corporal; estimar fatores de risco relacionados com o acúmulo de gordura na região abdominal; relacionar a composição corporal com a capacidade aeróbica; tanto individualmente, como também, em grande efetivos, tal como em estudos de saúde pública.

3.5.5. Comparação entre os IGC Desenvolvidos e os Índices Disponíveis na Literatura, Relacionando-os com os Fatores de Risco Cardiovascular.

São apresentados, a seguir, os resultados das comparações realizadas, por meio de correlações, entre os IGC, desenvolvidos neste estudo, e os índices mais utilizados atualmente, ou seja, o IMC e o IC.

3.5.5.1. Correlação entre o IMC e os IGC para Militares Componentes da Força de Paz do Haiti de 2005

As características antropométricas dos sujeitos são apresentadas na Tabela 33, a seguir:

TABELA 33
 CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DA FORÇA DE PAZ HAITI 2005.

N=1000	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm s$
IDADE (anos)	19,17	46,42	26,70 \pm 6,43
ESTATURA (cm)	154,80	191,50	173,71 \pm 6,31
MC (Kg)	48,20	124,50	73,54 \pm 11,31
PABDO(cm)	64,80	123,70	85,16 \pm 9,38
% GORDURA	3,01	35,48	14,63 \pm 5,61
IMC	16,44	38,81	24,34 \pm 3,32
IGC SOM	38,55	72,64	49,30 \pm 5,43
IGC EQ	0,70	25,36	7,39 \pm 3,61

Realizou-se a correlação entre a % G, via equação deste estudo, com o IMC, o IGC 1 e o IGC 6. Os resultados são apresentados na Tabela 34.

TABELA 34
 CORRELAÇÃO ENTRE % G, IMC, IGC 1 e IGC 6.

% G	ESTIMADA	IMC	IGC1	IGC6
	Correlação “r”	0,795	0,963	0,966
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000
	N	1000	1000	1000

Calculados os coeficientes de correlação, passou-se para montagem dos gráficos de associação, para se verificar com que índices os sujeitos se relacionam mais significativamente. Os resultados são apresentados nos Gráficos 74, 75 e 76.

GRÁFICO 74
RELAÇÃO ENTRE A % G e o IMC.

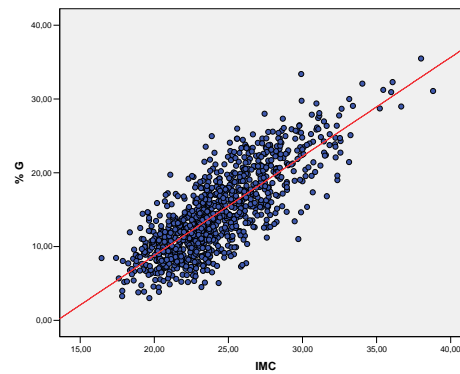


GRÁFICO 75
RELAÇÃO ENTRE % G O IGC 1.

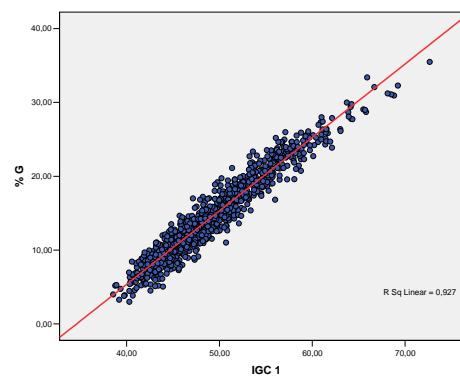
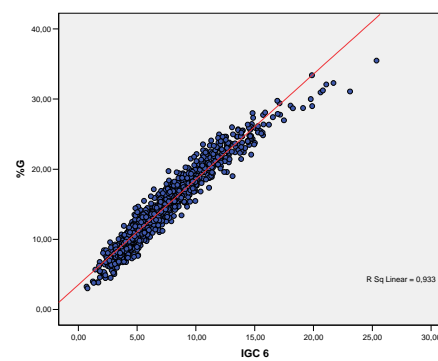


GRÁFICO 76
RELAÇÃO ENTRE % G O IGC 6.



Pelos resultados apresentados, pode-se concluir que os IGC 6 e 1, desenvolvidos neste estudo, se correlacionam de forma muito mais significativa, com a % G (estimada)

do que o IMC. Estes resultados mostram, claramente, que, em estudos com militares brasileiros, a utilização dos IGC desenvolvidos é melhor que o IMC.

3.5.5.2. Análise da Correlação entre a % G, os IGC desenvolvidos, o IMC, e o Índice de Conicidade (IC) com os Parâmetros Antropométricos e Bioquímicos Estimadores da Síndrome Metabólica, para Militares Componentes da Força de Paz do Haiti de 2007

Os valores descritivos da amostra são apresentados na Tabela 35.

TABELA 35
VALORES DESCRITIVOS DA FORÇA DE PAZ HAITI 2007.

N=800	mínimo	Maximo	$\bar{X} \pm s$
ID	19,00	47,00	26,02 ± 6,90
MC	47,70	124,60	73,57 ± 11,12
EST	159,00	198,00	174,47 ± 6,68
PABDO	66,50	116,90	83,31 ± 8,53
PCINT	65,70	111,10	80,12 ± 7,75
PQUAD	71,30	123,00	94,99 ± 6,85
CC12	1850,00	3700,00	2952,13 ± 265,09
GLICO	54,00	105,00	78,33 ± 8,03
TRIG	27,00	469,00	90,12 ± 53,99
HDL	28,00	142,00	62,22 ± 13,67
% G (ESTIMADA)	1,94	31,60	13,00 ± 5,10
IGC 6	1,16	21,81	6,61 ± 3,16
IGC 1	38,15	69,32	48,04 ± 4,90
IMC	15,96	37,54	24,14 ± 3,17
IC	0,96	1,47	1,13 ± 0,05

Com o objetivo de provar o maior poder de associação entre os IGC desenvolvidos e as características do grupo avaliado, foi realizado, primeiramente, o teste de correlação de Pearson, entre a % G estimada pela equação deste estudo e o IGC 6, IGC 1, IMC e o IC. Os resultados são apresentados na Tabela 36.

Pelo que se observou, na tabela 36 abaixo, os IGC, desenvolvidos neste estudo, apresentaram maior correlação significativa com a % G, estimado, do contingente da Força de Paz, avaliado em 2007.

TABELA 36
CORRELAÇÃO ENTRE A % G, IGC 6, IGC 1, IMC, IRCQ e IC.

% G	ESTIMADA	IGC 6	IGC 1	IMC	IC
	Correlação “r”	0,958	0,952	0,753	0,782
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	800	800	800	800

GRAFICO 77
CORRELAÇÃO ENTRE % G E O IGC 6.

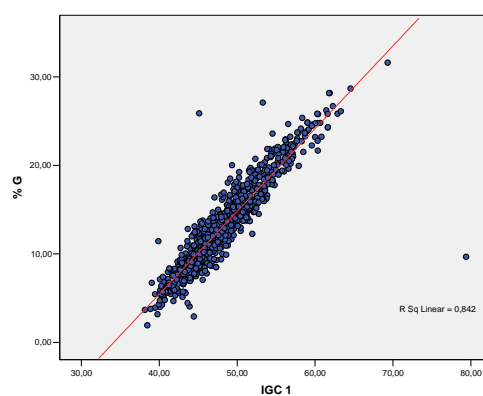


GRAFICO 78
CORRELAÇÃO ENTRE % G E O IGC 6.

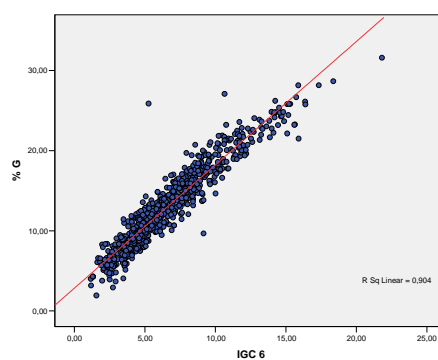


GRAFICO 79
CORRELAÇÃO ENTRE % G E O IMC.

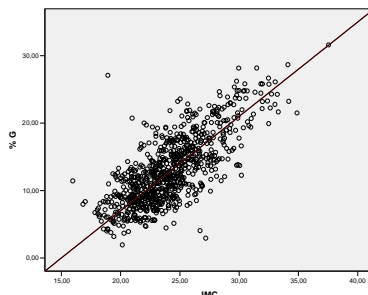
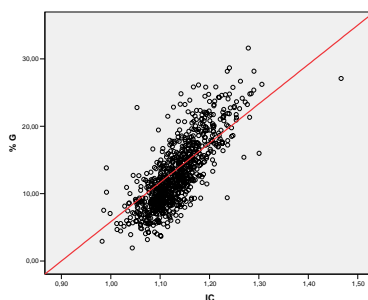


GRAFICO 80
CORRELAÇÃO ENTRE % G E O IC.



Analisando-se os gráficos acima, os IGC 1 e 6 apresentaram maior poder de associação com a % G estimada. Já em relação aos outros índices, pôde-se verificar que a associação foi bem mais fraca.

Quando se comparou o IMC, IC e os IGC com os parâmetros utilizados para determinação da síndrome metabólica, realizou-se primeiramente, a correlação com o perímetro abdominal de todos os militares. Os resultados são apresentados na Tabela 37.

TABELA 37
CORRELAÇÃO ENTRE O PABDO COM O IGC6, IGC1, IMC e IC.

		IGC6	IGC1	IMC	IC
PABDO	Correlação “r”	0,991	0,931	0,882	0,656
	Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	800	800	800	800

Analisando os resultados apresentados, na tabela acima, pode-se concluir que a correlação entre os IGC e o perímetro abdominal foi significativamente melhor do que o IMC e o IC.

Observando o modelo matemático dos IGC, pode-se concluir que essa significativa correlação deve-se a presença do PABDO, como variável componente dos índices desenvolvidos neste estudo.

Logo em seguida foi realizada a correlação entre os IGC, IMC, IC e os perímetros abdominais, com valor maior ou igual a 102 cm, valor este preconizado como um dos fatores para a síndrome metabólica. Os resultados são apresentados na Tabela 38.

TABELA 38

CORRELAÇÃO ENTRE O PABDO \geq 102 cm COM O IGC6, IGC1, IMC e IC (N=25).

PABDO	IGC6	IGC1	IMC	IC
Correlação “r”	0,893	0,541	0,710	0,219
Significância “p”	0,000	0,005	0,000	0,293
N	25	25	25	25

Os resultados, da tabela acima, demonstram, claramente, que o IC perdeu o poder de associação, quando o PABDO dos militares avaliados atinge o nível de 102 cm, ou seja, valor mínimo necessário para ser considerado fator concorrente para a síndrome metabólica. Em contrapartida o IGC6, o IGC1 e o IMC, apresentaram correlação significativa, sendo o IGC 6 possuidor do melhor resultado.

Quando se realizou o teste de correlação ($p \leq 0,05$) entre os índices antropométricos e a glicemia em jejum, os resultados alcançados, para o coeficiente de correlação, foram baixíssimos, apesar de significativos. Mesmo baixos o IGC1 e o IGC6 apresentaram o coeficiente de correlação maior do que o IMC e o IC, como consta na tabela 39.

TABELA 39
CORRELAÇÃO ENTRE A GLICEMIA E O IGC6, IGC1, IMC E O IC.

GLICEMIA EM JEJUM	IGC1	IGC6	IMC	IC
Correlação “r”	0,069	0,078	0,043	0,041
Significância “p”	0,017	0,036	0,165	0,206
N	808	808	808	808

A seguir é apresentada, na tabela 40, a correlação entre a taxa sanguínea de triglicérides, o IGC 1, IGC 6, IMC e o IC.

TABELA 40
CORRELAÇÃO ENTRE A TAXA DE TRIGLICÉRIDES E OS IGC1, IGC6, IMC E O IC.

TRIGLICÉRIDES	IGC1	IGC6	IMC	IC
Correlação “r”	0,401	0,400	0,330	0,390
Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
N	808	808	808	808

As correlações apresentadas, acima, mostraram-se baixas, apesar de significativas, para os quatro índices. Analisando-se os valores de “r”, o IGC1 e o IGC6 apresentaram valores maiores do que o IMC e o IC.

Na Tabela 41 correlacionou-se os índices, em análise, com os níveis sanguíneos de colesterol HDL, sendo os resultados apresentados a seguir.

TABELA 41
CORRELAÇÃO ENTRE O COLESTEROL HDL E OS IGC1, IGC6, IMC E IC.

HDL	IGC6	IGC1	IMC	IC
Correlação “r”	-0,153	-0,161	-0,141	-0,159
Significância “p”	0,000	0,000	0,002	0,000
N	808	808	808	808

Os coeficientes de correlação, resultantes do teste acima, foram baixos e negativos, apesar de significativos. Mesmo baixos, pode-se perceber que, neste teste, novamente, os IGC1, apresentou maior coeficiente de correlação.

3.5.5.3. Análise da Correlação entre os IGC, Recomendados neste Estudo, o IMC, o IC e o Resultado do Teste de Capacidade Aeróbica (12 min) Aplicados nos 808 Militares do Contingente Haiti/2007.

Quando se relacionou os IGC, IMC e IC, com o resultado da corrida de 12 minutos obteve-se os resultados apresentados na Tabela 42.

TABELA 42
CORRELAÇÃO ENTRE A CC12 E OS IGC1 e 6, IMC E IC.

CORRIDA DE 12 MINUTOS	IGC6	IGC1	IMC	IC
Correlação “r”	-0,565	-0,563	-0,483	-0,408
Significância “p”	0,000	0,000	0,000	0,000
N	808	808	808	808

Os resultados do teste realizado mostraram haver correlação negativa e baixa, apesar de significativa, entre o resultado do teste de 12 min, o IMC e o IC. Já em relação aos IGC desenvolvidos, os coeficientes de correlação foram significativos, negativos, moderados e maiores do que os do IMC e o IC. Concluindo-se, assim, que os IGC, também, se relacionam com a capacidade aeróbica de militares brasileiros.

3.5.5.4. Discussão

A utilização dos índices antropométricos nacionais, desenvolvidos neste estudo, apresenta as seguintes vantagens:

- 1) a população utilizada, para o seu desenvolvimento, foi composta, em sua totalidade, por brasileiros natos, os quais, apresentaram as mesmas características étnicas e morfológicas, típicas do povo brasileiro;
- 2) o IMC e o IC, apesar de utilizados amplamente, não foram desenvolvidos originalmente para a população brasileira; e
- 3) os valores do IMC não expressam a quantidade e nem a distribuição da gordura corporal, mas os IGC sim, pois foram desenvolvidos e validados por

meio de testes estatísticos de regressão, em que a variável dependente foi a % G e a massa gorda (MG).

Além das vantagens acima e tendo em vista a sua correlação com a saúde, o IGC desenvolvido pode, ainda, ser utilizado nas seguintes situações:

- 1) Durante um plano dietético;
- 2) Durante um plano de treinamento para atletas do alto rendimento;
- 3) No pós-operatório, em cirurgias bariátricas;
- 4) Em planos de treinamento para aquisição de massa músculo esquelética;
- 5) Em planos de emagrecimento, que necessitem de várias avaliações formativas;
- 6) Em estudos de saúde pública que necessitem de comparação entre populações e/ou grupos; e
- 7) Em qualquer situação em que haja necessidade de inúmeros avaliadores, para compor a equipe de avaliação para grandes efetivos.

IV. CONCLUSÃO

Para atender o objetivo principal, desenvolver e validar equações e índices para a estimativa da gordura corporal relativa, para brasileiros, a partir de medidas antropométricas, foram elaborados cinco objetivos específicos, os quais nortearam o desenvolvimento do presente estudo, sendo descritos a seguir:

- 1) Avaliar a densidade corporal de homens e mulheres brasileiros, através da Pesagem Hidrostática;
- 2) Definir o perfil antropométrico dos sujeitos deste estudo;
- 3) Desenvolver equações para a estimativa da porcentagem de gordura de homens e de mulheres, brasileiros, a partir da Idade (ID) e de variáveis antropométricas, ou seja, um perímetro, a massa corporal (MC) e a estatura (EST);
- 4) Validar as equações desenvolvidas para a predição da gordura corporal; e
- 5) Desenvolver e validar o Índice Indicativo de Gordura Corporal (IGC) para homens e para mulheres;
- 6) COMPARAÇÃO ENTRE OS IGC DESENVOLVIDOS E OS ÍNDICES DISPONÍVEIS NA LITERATURA (IMC E IC), RELACIONANDO-OS COM FATORES DE RISCO.

A fim de atender os objetivos específicos, listados acima, este estudo foi, didaticamente, desenvolvido nas etapas que se seguem.

4.1. ANÁLISE DE EQUAÇÕES PARA ESTIMAR A DENSIDADE CORPORAL, A MASSA LIVRE DE GORDURA E O % DE GORDURA CORPORAL DE BRASILEIROS.

Da revisão de literatura realizada, pode-se concluir que as equações, até então desenvolvidas, apresentam muitas vantagens quando utilizadas para estimar a gordura corporal, mas permanece a necessidade de serem realizados novos estudos, com o intuito de desenvolver e validar novas equações, que sejam bem simples, práticas, que possam ser utilizadas por qualquer profissional, gerando valores consistentes, reprodutivos e que possam ser utilizados como instrumentos em estudos com grande efetivo de sujeitos, tais como os de saúde coletiva.

4.2. DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES PARA A DETERMINAÇÃO DA GORDURA CORPORAL RELATIVA EM MILITARES BRASILEIROS COM IDADE ENTRE 18 E 60 ANOS.

A proposta desse estudo foi desenvolver equações generalizadas para a estimativa da gordura corporal em militares brasileiros, com idades entre 18 e 60 anos.

Utilizando-se somente a idade, a massa corporal e o perímetro abdominal umbilical, buscou-se a facilidade de mensuração das variáveis, poupando tempo na avaliação, atingindo-se, assim, um maior número de sujeitos em estudos epidemiológicos.

Ao se optar pelo critério da simplicidade na elaboração das equações, abriu-se mão, em parte, da precisão, que poderia ter sido bem maior se fossem utilizadas mais variáveis, como por exemplo, as dobras cutâneas. Entretanto, mesmo sem o uso de variáveis comumente utilizadas, pretendeu-se elaborar equações com variáveis antropométricas de fácil obtenção, como a perimetria, e que não possuíssem diferenças significantes entre os valores critério e o mensurado, além de significativa correlação com a % G via PH.

Foram selecionadas cinco equações, entre as várias desenvolvidas, e, após serem validadas, pôde-se concluir que pela praticidade, pela simplicidade e pela facilidade de cálculo, a **Equação 4** ($\% G = 0,061(ID) + 16,002(PABDO)^{1/2} - 5,056(MC)^{1/2} - 91,222$) é uma boa opção de uso.

4.3. DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES GENERALIZADAS PARA A DETERMINAÇÃO DA PORCENTAGEM DE GORDURA DE MILITARES BRASILEIROS INDEPENDENTE DE GÊNERO.

Com base na proposta deste estudo, desenvolveu-se modelos matemáticos, para ambos os gêneros, com variáveis antropométricas de fácil localização e mensuração e, ainda, que estas fossem as mesmas já utilizadas em índices antropométricos mais populares.

Para que a equação fosse desenvolvida, para ambos os gêneros, inclui-se uma variável dicotômica, para diferenciar os gêneros. A mistura de variáveis numéricas e categóricas não é comum em estudos de composição corporal, mas, matematicamente, a inclusão tornou-se viável.

Atendendo os objetivos deste estudo foi possível desenvolver as equações pretendidas e dentre os modelos, desenvolvidos, recomenda-se a seguinte: $\%G = 16,370(G) + 0,663(PABDO/PCINT) - 0,001(MC)^2 + 0,100(ID) - 0,088(EST) -$

41,84),

4.4. DESENVOLVIMENTO DO ÍNDICE INDICATIVOS DE GORDURA CORPORAL (IGC) PARA HOMENS E MULHERES MILITARES BRASILEIROS.

Os IGC foram desenvolvidos utilizando-se apenas o PABDO, o PCINT, a MC e a ID divididos pela EST, sendo que o PABDO foi utilizado para os homens e o PCINT, para as mulheres. A EST foi utilizada em metros e centímetros, para simplificar e ajustar os valores dos resultados para todos os índices.

O objetivo da criação dos IGC foi desenvolvê-los como instrumento de acompanhamento, sem dar prioridade à precisão, pois os resultados serão obtidos sempre por comparação e, nunca, em uma única avaliação.

Apesar de terem sido desenvolvidos vários índices, optou-se por recomendar um para cada gênero e, para isso, escolheu-se aqueles que obtiveram os melhores resultados na validação, para os homens e para as mulheres. Esses índices são apresentados abaixo:

HOMENS:

$$\text{IGCM} := 0,004 (\text{PABDO})^2 - 0,036 (\text{MC}) - 13,862 / \text{EST (metros)}$$

MULHERES:

$$\text{IGCF} = 0,002 (\text{MC})^2 + 0,379 (\text{PCINT}) - 20,229 / \text{EST (metros)}$$

4.5 COMPARAÇÃO ENTRE OS IGC DESENVOLVIDOS E OS ÍNDICES DISPONÍVEIS NA LITERATURA (IMC E IC), RELACIONANDO-OS COM FATORES DE RISCO.

Com intuito de testar a praticabilidade e a aplicabilidade dos IGC desenvolvidos, testou-se a correlação destes com os índices disponíveis na literatura e entre todos esses, com os fatores de risco.

Analisando o resultado dos testes pode-se concluir que, em todas as comparações realizadas, os IGC desenvolvidos mostraram-se melhores correlacionados com a % G, na tropa de Paz/2005 e com os fatores estimadores do risco coronariano, na tropa de Paz/2007.

Finalmente, conclui-se que, apesar de se ter desenvolvido equações e índices que possam ser utilizados por todos os brasileiros (as), isto é, por todos os brasileiros que possuam as mesmas características antropométricas dos militares participantes deste estudo, pode haver o caso de pessoas e/ou grupos não enquadrados, nestas características, desejarem usá-los. Neste caso, os modelos desenvolvidos poderão ser utilizados somente após um estudo de validação ou um ajuste matemático dos modelos desenvolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Landsberg L. Body fat distribution and cardiovascular risk: a tale of 2 sites. *Archives International Medicine* 2008;168(15):1607-8.
- 2- Qasim A, Mehta NN, Tadesse MG, Wolfe ML, Rhodes T, Girman C, Reilly MP. Adipokines, insulin resistance, and coronary artery calcification. *Journal American College Cardiology* 2008; 52(3): 231-6.
- 3- Da Silva JL, Barbosa DS, de Oliveira JA, Guedes DP. Centripetal distribution of body fat, overweight and cardiorespiratory fitness: association with insulin sensitivity and metabolic alterations. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabol* 2006;50(6):1034-40.
- 4- Schneider HJ, et al. Accuracy of anthropometric indicators of obesity to predict cardiovascular risk. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2007; 92(2):589-94.
- 5- Blair SN, Brodney S. Effects of Physical Inactivity and Obesity on Morbidity and Mortality: Current Evidence and Research Issues. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1999: 646-62.
- 6- Flegal KM, Graubard BI, Williamson DF, Gail MH. Excess deaths associated with underweight, overweight, and obesity (Reply to letters). *JAMA*. 2005; 294: 552-3.
- 7- Carneiro G, Faria AN, Ribeiro Filho FF, et al. Influência da distribuição da gordura corporal sobre a prevalência de hipertensão arterial e outros fatores de risco cardiovascular em indivíduos obesos. *Revista da Associação Médica Brasileira* 2003; 49(3): 306-11.
- 8- Gustat J, et al. Relation of abdominal height to cardiovascular factors in young adults. *American Journal of Epidemiology*. The John Hopkins University School of Hygiene and Public Health 2000; 151(9): 885-91.
- 9- Tulloch-Reid MK, Williams DE, Looker HC, Hanson RL, Knowler WC. Do measures of body fat distribution provide information on the risk of type 2 diabetes in addition to measures of general obesity? Comparison of anthropometric predictors of type 2 diabetes in Pima Indians. *Diabetes Care* 2003; 26(9):2256 – 61.
- 10- Goodpaster BH, et al. Obesity, regional body fat distribution, and the metabolic syndrome in older men and women. *Archives International of Medicine* 2005; 165:777-83.

- 11- Bagger YZ, Tanko LB, Alexandersen P, Qin G, Christiansen C. The implications of body fat mass and fat distribution for cognitive function in elderly women. *Obesity Research* 2004; 12(9): 1519-26.
- 12- Ali AT, Crowther NJ. Body fat distribution and insulin resistance. *South African Medical Journal* 2005; 95(11): 878-80.
- 13- Kanaley JA, Giannopoulou I, Tillapaugh-Fay G, Nappi JS, Ploutz-Snyder LL. Racial differences in subcutaneous and visceral fat distribution in postmenopausal black and white women. *Metabolism*. 2003 Feb;52(2):186-91.
- 14- Koenigsberg J, Boyd GS, Gidding SS, Hassink SG, Falkner B. Association of age and sex with cardiovascular risk factors and insulin sensitivity in overweight children and adolescents. *Journal of the Cardiometabolic Syndrome* 2006;1(4):253-8.
- 15- Syme C, Abrahamowicz M, Leonard GT, Perron M, Pitiot A, Qiu X, Richer L, Totman J, Veillette S, Xiao Y, Gaudet D, Paus T, Pausova Z. Intra-abdominal adiposity and individual components of the metabolic syndrome in adolescence: sex differences and underlying mechanisms. *Archives Pediatrics & Adolescent Medicine* 2008;162(5):453-61.
- 16- Ross WD, Carr RV, Carter JEL. *Anthropometry Illustrated (CDROM)*. Canada: Turnpike Electronic Publications Inc., 1999.
- 17- Welham WC, Behnke AR. The specific gravity of healthy men: body weight volume and other physical characteristics of exceptional athletes and naval personnel. *JAMA* 1942; 118(7): 498-501.
- 18- Katch FI, McArdle WD. *Nutrição, exercício e saúde*. 4^a ed. Rio de Janeiro: Médice; 1996.
- 19- Pollock ML, Wilmore JH. *Exercícios na saúde e na doença*. 2^aed. Rio de Janeiro: Medsi; 1993.
- 20- Heyward VH, Stolarczyk LM. *Avaliação da composição corporal aplicada*. São Paulo: Manole; 2000.
- 21- Petroski EL. *Antropometria: técnicas e padronizações*. 2^a ed. Porto Alegre: Pallotti; 2003.
- 22- Salem M, Monteiro ABMC, Pires Neto CS, Fernandes Filho. *Composição Corporal Através da Técnica da Pesagem Hidrostática*. *Revista de Educação Física* 2003;127:20-8.
- 23- Heyward VH, Wagner DR. *Applied Body Composition Assessment*. USA: Human Kinetics, 2004

- 24- Norton K, Olds T. *Anthropometrica*. Sidney, Australia: Southwood Press; 1996.
- 25- Malina RM. Kinanthropometric research in: human auxology. In: Borms J, Hauspie R, Sand A, Suzanne C, Hebbelinck M.(eds). *Human growth and development*. New York: Plenum Press, 1984.
- 26- Katch FI, McArdle WD. *Nutrição, controle de peso e exercício*. 3 ed. Rio de Janeiro: Médici; 1990.
- 27- McLean KP, Skinner JS. Validity of Futrex 5000 for body composition determination. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1992; 24:253-8.
- 28- Jackson AS, Pollock ML. Generalized Equations for predicting Body Density of Men. *British Journal Nutrition* 1978; 40: 597-504.
- 29- Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized Equations for Predicting Body Density of Women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1980; 12: 75-182.
- 30- Ellis KJ. Human body composition: In Vivo Methods. *Physiological Reviews*. 2000; 80(2) 649- 80.
- 31- Cyrino ES, Okano AH, Glaner MF, Romanzini M, Gobbo A, Makoski A, Bruna N, Melo JC, Tassi GN. Impacto da utilização de diferentes compassos de dobras cutâneas para a análise da composição corporal. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2003; 9(3): 145-9.
- 32- International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). *International Standards for Anthropometric Assessment*. Adelaide: National Library of Australia, 2001.
- 33- Carter JEL, Heath BH. *Somatotyping – development and applications*. Cambridge: Cambridge University Press; 1990.
- 34- Petroski EL, Pires-Neto CS. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em mulheres. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde* 1995; 1(2): 65-73.
- 35- Lohman TG. *Advances in Body Composition Assessment*. Illinois, USA: Human Kinetics Publishers; 1996.
- 36- Guedes DP. Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários. *Kinesis* 1985; 2: 183-212.
- 37- Petroski EL, Pires Neto CS. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade em homens. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde* 1996; 3: 05-10.

- 38- Carvalho ABR, Pires Neto CS. Desenvolvimento e validação de equações para a estimativa da massa corporal magra através da impedância bioelétrica. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde* 1998; 3 (1): 5-12.
- 39- Rodrigues Añez CR, Pires Neto CS. Desenvolvimento e validação de equações estimativas da densidade corporal de soldados e cabos do Exército brasileiro entre 18 e 22 anos de idade. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde* 1999; 4: 39-48.
- 40- Yonamine RS, Pires Neto CS. Desenvolvimento e validação de equações para estimativa da massa corporal magra de meninos de 12 a 14 anos. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano* 2000; 2(1): 07-16.
- 41- Salem M, Fernandes Filho J, Pires Neto CS. Desenvolvimento e validação de equações antropométricas específicas para a determinação da densidade corporal de mulheres militares do Exército Brasileiro. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2004;10(3):141-6 .
- 42- Salem M, Amaral RG, De Carvalho EAM, Waltz M, Nakashima GT, Purhringer PH, Reis CA, Almeida Junior C, Conceição CC. Desenvolvimento e validação de equações para a estimativa da porcentagem de gordura dos alunos do curso de instrutores da Escola de Educação Física do Exército. *Revista de Educação Física* 2006; 133: 49-58.
- 43- Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 a 72 years. *British Journal of Nutrition* 1974; 32: 77-97.
- 44- Jackson AS, Pollock ML. Practical Assessment of Body Composition. *Physiology Sports Medicine* 1985;13(5):76-90.
- 45- WHO (World Health Organization). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva: WHO Technical Report Series; 2000: 894.
- 46- Valdez R, et al. A new Index of abdominal adiposity as na indicator of risk for cardiovascular disease. A Cross-Population Study. *International Journal of Obesity* 1993;17: 77-82.
- 47- Ashwell M, Cole TJ, Dixon AK. Obesidade: nova perspicácia na classificação antropométrica de distribuição gorda mostrada por tomografia computadorizada. *British Medical Journal* 1985; 290(6483): 1692-4.
- 48- Meisinger C, Döring A, Thorand B, Heier M, Löwel H. Body fat distribution and risk of type 2 diabetes in the general population: are there differences

- between men and women? The MONICA/KORA Augsburg Cohort Study. *American Journal clinical Nutrition* 2006; 84:483-9.
- 49- Rezende FAC, et. al. Índice de massa corporal e circunferência abdominal: associação com fatores de risco cardiovascular. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia* 2006;87(6): 728-34.
- 50- Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol Education Program in Adults. *JAMA* 285:2486-2497,2001.
- 51- The IDF consensus worldwide definition of the Metabolic Syndrome. International Diabetes Federation, 2006.
- 52- Lohman TG. *Advances in Body Composition Assessment. Monograph Number 3.* Champaign: Human Kinetics Publishers; 1992.
- 53- Pedazur EJ. *Multiple regression in behavioral research.* New York: Rinehart and Winston; 1983.
- 54- Heyward VH, Stolarczyk LM. *Avaliação da Composição Corporal Aplicada.* São Paulo: Manole; 1996.
- 55- Katch FI. Apparent Body Density and Variability during Underwater Weighing. *Res. Quarterly* 1968; 39(4):993-9.
- 56- Goldman HI, Becklake MR. Respiratory function tests: normal values of medium altitudes and the prediction of normal results. *American Review of Respiratory Disease* 1959; 79: 457- 67.
- 57- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analyses of methods. In: Brozek J, Henschel A (eds.). *Techniques for measuring body composition.* Washington: National Academy of Science; 1961.
- 58- Janssen I, Heymsfield SB, David B, Allison DB, Kotler DP, Ross R. Body mass index and waist circumference independently contribute to the prediction of non-abdominal, abdominal subskin and visceral fat¹⁻³. *American Journal Clinical Nutrition* 2002; 75:683-8.
- 59- Tran ZV, Weltman A. Generalized equation for predicting body density of women from girth measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1989; 21(1):101-104.
- 60- Bray GA, Gray DS. Obesity. Part I-Pathogenesis. *Western Journal of Medicine* 1988; 149(4): 429-41.
- 61- Seip RL, Weltman A. Validity of skinfold and girth based regression equations for the prediction of body composition in obese adults. *American Journal of Human Biology* 1991; 3: 91-5.

- 62- Malina RM. Kinanthropometric Research in : Human Auxology. In: Borms J, Hauspie R, Sand A, Suzanne C, Hebbelinck M.(eds). Human Growth and Development. New York: Plenum Press; 1984.
- 63- Behnke AR, Wilmore JH. Evaluation and Regulation of Body Building and Composition. Englewood Cliffs, NY: Prentice-Hall, 1974.
- 64- De Rose EH, Pigato E, De Rose RF. Cineantropometria, Educação Física e Treinamento Desportivo. Rio de Janeiro: SEED/MEC – Fundação de Assistência ao Estudante; 1984.
- 65- Kleinbaum Dg, Kupper LI, Muller Ke, Nizam A. Applied regression analysis and other multivariable methods. USA: Duxbury Press at Brooks/ Cole Publishing Company; 1998.
- 66- Zar JH. Bioestatistical Analysis. 4ª Ed. New Jersey : Prentice Hall; 1999.
- 67- Pagano M, Gauvreau K. Tradução: Paiva LSC. Revisão Técnica: Barroso LP. Princípios de bioestatística. São Paulo: Pioneira Thompson Learning; 2004.
- 68- Soares FS, Siqueira AL. Introdução à estatística médica. 2ª ed. Belo Horizonte: COOPMED; 2002.
- 69- Wonnacott RJ, Wonnacott TH. Fundamentos de Estatística. Descobrimo o poder da estatística. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos Editora S.A.; 1985.
- 70- Atkinson A, Riani M. Robust Diagnostic Regression Analysis. Springer-Verlag 2000.

ANEXO I



MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE ENSINO E PESQUISA
DIRETORIA DE PESQUISA E ESTUDOS DE PESSOAL
E FORTALEZA DE SÃO JOÃO
INSTITUTO DE PESQUISA DA CAPACITAÇÃO FÍSICA DO
EXÉRCITO

1. Versa o expediente sobre solicitação de apoio, em pessoal, para a realização da Pesquisa “Desenvolvimento e Validação de Equações de Regressão generalizadas para a Determinação da gordura Corporal Militares do Exército Brasileiro, a partir de Variáveis Antropométricas”, aprovada pela Diretoria de Pesquisa e Estudos de Pessoal (DPEP).

2. O objetivo deste projeto é desenvolver e validar novas equações para o cálculo da composição corporal de militares do Exército, a partir de variáveis antropométricas (circunferências). Este trabalho possui grande relevância, pois as informações sobre a composição corporal, apesar de somente recentemente utilizadas no Exército Brasileiro, já se tornaram úteis para todos os setores relacionados a atividade, saúde e desempenho profissional, pois todos estes itens envolvem, de uma maneira ou de outra, o uso do corpo e, se esta variável puder ser bem controlada, ou modificada de acordo com as necessidades impostas pelos objetivos traçados, podem ser alcançadas mais facilmente as metas.

3. Os métodos, atualmente, disponíveis não são recomendados para avaliar um grande número de pessoas, pois utilizam equipamentos caros, gastam um tempo considerável e necessitam de profissionais altamente qualificados, o que é difícil de encontrar nos Corpos de Tropa.

4. Para tanto, há a necessidade de convocar voluntários (as) para compor a amostra necessária para a coleta de dados desse trabalho, pois na cidade do Rio de Janeiro, estão presentes militares que se originam de diferentes regiões do País e que, dentro dos

critérios científicos, podem ser considerados como uma amostra adequada para este estudo.

5. Em face do exposto, solicito a V Exa a possibilidade de encaminhar para o CML, DEP e ESG, tal solicitação, para que seja autorizado o contato direto do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército com militares voluntários(as), pertencentes a OMs subordinadas a esses Grandes Comandos, com a finalidade de solicitar a participação na coleta de dados para o estudo em referência.

MARCELO SALEM – TC Cav

Responsável pela pesquisa

ANEXO II



Fundação Oswaldo Cruz
Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca
Comitê de Ética em Pesquisa



Rio de Janeiro, 22 de novembro de 2006.

Parecer N°87/06
CAAE: 0082.0.031.000-06

Título do Projeto: “Desenvolvimento e validação de equações generalizadas, a partir de variáveis antropométricas, para a estimativa da gordura corporal em brasileiros”

Classificação no Fluxograma: Grupo III

Pesquisador Responsável: Marcelo Salem

Orientadores: William Waissmann e Cândido Simões Pires Neto

Instituição onde se realizará: Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca – ENSP/FIOCRUZ e Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx)

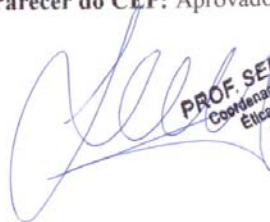
Tipo do projeto: Projeto de Tese de Doutorado - ENSP

Data de recebimento no CEP-ENSP: 23 / 06 / 2006

Data de apreciação: 02 / 08 / 2006

O projeto “Desenvolvimento e validação de equações generalizadas, a partir de variáveis antropométricas, para a estimativa da gordura corporal em brasileiros”, do pesquisador Marcelo Salem foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública e considerado aprovado.

Parecer do CEP: Aprovado


PROF. SERGIO REGO
Coordenador do Comitê de
Ética em Pesquisa
CEPI/ENSP

ANEXO III

Termo de Participação Consentida

Caro Participante,

O Profissional de Educação Marcelo Salem do Programa de Pós-Graduação da Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP) - FIOCRUZ, da fundação Oswaldo Cruz, na Cidade do Rio de Janeiro, pretende realizar um estudo sobre o Desenvolvimento e Validação de Equações Para a Determina

ção da Gordura Corporal Relativa em Brasileiros, a Partir de Medidas Antropométricas(perímetros,Massa corporal e Estatura). O objetivo do presente estudo é desenvolver uma equação brasileira, mais precisa, para o cálculo da composição corporal de brasileiros, possibilitando assim um cálculo bem mais correto e eficaz dos componentes corporais.

No presente estudo, serão realizadas, 6 medidas de circunferência, massa corporal, estatura, e o peso hidrostático (dentro da água).

Sua participação neste estudo é voluntária. Mediante a sua aceitação, espera-se que você, siga as instruções determinadas pelo coordenador da pesquisa.

Para a realização da pesagem dentro d'água não é necessário saber nadar, mas ao menos que seja adaptada ao meio líquido, isto é, consiga submergir seu corpo completamente e permanecer assim por aproximadamente 10 a 15 segundos.

Para sua segurança a profundidade do tanque é de aproximadamente 1,4 metros, sendo possível que todos os avaliados fiquem de pé a qualquer momento.

Para a pesagem, foi construída uma cadeira tipo balanço de bebê que mantém a pessoa segura e presa mesmo inconsciente, assegurando o rápido resgate caso necessário.

Eu li estas regras, entendi o propósito do referido estudo e, estando em perfeitas condições de participar do mesmo, isento o avaliador e a instituição à qual ele pertence de qualquer responsabilidade sobre danos causados ao meu estado físico.

Assinatura do Participante

Testemunha

Rio de Janeiro, _____ de _____ de 200_.

ANEXO IV

ANAMNESE

- (a) Nome _____,
- (b) Idade: anos _____ e meses _____,
- (c) Respeitou as orientações prévias ao teste? Sim () Não (),
- (d) (Mulher) Está menstruada? Sim () Não (),
- (e) Está sentindo-se inchada ou retendo líquido? Sim () Não (),
- (f) Possui alguma prótese de silicone? Sim () Não (),
- (g) Possui algum tipo de doença degenerativa? Sim () Não (),
- (h) Faz uso de algum medicamento? Sim () Não (),
- (i) Qual(is) _____,
- (j) Faz uso de algum suplemento alimentar ? Sim () Não (),
- (k) Qual(is) _____,
- (l) Está em jejum de no mínimo 4 horas ? sim () Não (),
- (m) Esvaziou a bexiga e o intestino ? sim () Não (),
- (n) Tem conhecimento do teste e dos procedimentos para submersão na água? Sim ()
Não (),
- (o) o Sr(a) sabe que terão que submergir na água prender as respiração por no máximo 15 segundos, de 6 a 12 vezes? Sim () Não ().