



Ministério da Saúde
Fundação Oswaldo Cruz
Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca
Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana

*Correlação entre indicadores antropométricos de
obesidade em militares do Exército Brasileiro*

Por: Rafael Soares Pinheiro-DaCunha

Rio de Janeiro

Março 2006

*Correlação entre indicadores antropométricos de obesidade em militares do
Exército Brasileiro*

Por: Rafael Soares Pinheiro-DaCunha

Orientador: Prof Dr William Waissmann

Dissertação apresentada à Escola Nacional
de Saúde Pública como requisito para a
obtenção do título de Mestre em Saúde
Pública.

Rio de Janeiro

Março 2006

MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA SERGIO AROUCA

A Dissertação de Mestrado: “CORRELAÇÃO ENTRE INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS DE OBESIDADE EM MILITARES DO EXÉRCITO BRASILEIRO”

Elaborada por Rafael Soares Pinheiro-DaCunha

e aprovada por todos os membros da Banca Examinadora, foi aceita pela Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca como requisito para obtenção do título de

MESTRE EM SAÚDE PÚBLICA

Rio de Janeiro, 07 de março de 2006.

Banca Examinadora:

PROF. DR. WILLIAM WAISSMANN

PROF. DR. MANOEL JOSÉ GOMES TUBINO

PROF. DR. JOSÉ MAURÍCIO CAPINUSSÚ DE SOUZA

AGRADECIMENTOS

Ao professor e amigo William Waissmann, pela orientação segura, confiança e pelo apoio fornecido nos momentos decisivos e de maior dificuldade, na realização deste curso;

Ao professor, grande incentivador e amigo José Maurício Capinussú de Souza, pela amizade e cooperação, constantes e incondicionais, desde os meus primeiros passos nas Ciências da Saúde;

Ao ícone, professor Manoel José Gomes Tubino, pela ampla compreensão e pela pronta aceitação na participação desta banca;

Ao Exército Brasileiro, na figura da Grande Unidade – Diretoria de Pesquisa e Estudos de Pessoal, e de minha Organização Militar (OM), a querida Escola de Educação Física do Exército, pela oportunidade de aprimoramento profissional e pela confiança depositada;

Aos integrantes do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército, especialmente ao amigo e conselheiro Ten Cel Marcelo Salem, pela possibilidade de realização desta pesquisa e pela motivação constantemente transmitida;

Aos amigos de minha nova OM, Ten Cel Valder, Maj Almeida e Maj Pinheiro, pelo companheirismo e compreensão evidenciados, já no pequeno tempo de trabalho em conjunto;

Ao corpo de professores do curso de Mestrado em Saúde Pública, que me prepararam e incentivaram para perseverar na busca do melhor resultado;

Aos amigos, sempre presentes nos momentos de dúvida e de indecisão;

À querida Camille, namorada e companheira, pessoa que me torna completo;

E, sobretudo, à minha família, razão de meu viver, representada por meus pais, Elizabeth e Edison, minha irmã, Mônica, minha dinda Beth e meus avós, Carmélia e Mussoline; sendo especial o agradecimento a estes, que me proveram de todo suporte e carinho, com paciência e respeito nas constantes “ausências” impostas pela atividade de estudo.



RESUMO

CORRELAÇÃO ENTRE INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS DE OBESIDADE EM MILITARES DO EXÉRCITO BRASILEIRO

por

Rafael Soares Pinheiro-DaCunha

Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca

Fundação Oswaldo Cruz

Março de 2006

Orientador: William Waissmann

Número de palavras: 434

Introdução: a obesidade é a mais comum desordem nutricional associada a significativas doenças crônicas (hipertensão, diabetes mellitus do tipo 2, hipercolesterolemia), bem como apoplexia, apnéia do sono, problemas articulares e certos tipos de cânceres. A importância da avaliação da composição corporal deve-se ao fato do peso corporal isoladamente não poder ser considerado um bom parâmetro para a identificação do excesso ou déficit dos componentes corporais (massa gorda, massa magra, massa óssea e massa residual). A questão da obesidade pode ser considerada até mesmo como um fator limitador do desempenho profissional. É este o caso do profissional militar – que tem na higidez e na manutenção de sua aptidão física um requisito primordial para suas atividades do dia-a-dia.

Objetivo: o presente estudo teve por objetivo comparar alguns dos principais indicadores antropométricos de obesidade (massa corporal total-MCT, índice de massa corporal-IMC, índice da relação cintura/quadril-IRCQ, índice de conicidade-índice C e circunferência de cintura-CC) com o percentual de gordura corporal (%GC) avaliado por meio do padrão-ouro (pesagem hidrostática), em militares de ambos os sexos do Exército Brasileiro.

Métodos: Participaram do estudo 401 militares, sendo 257 do sexo masculino (idade $34,66 \pm 11,50$ anos, massa corporal e estatura $175,8 \pm 6,97$ cm) e 144 do sexo feminino (idade $29,95 \pm 6,89$ anos, massa corporal $59,31 \pm 6,96$ kg e estatura $165,0 \pm 5,81$ cm),

selecionados por conveniência, todos residentes na guarnição do Rio de Janeiro. No tratamento dos dados usou-se a estatística descritiva e para a comparação das médias a correlação de Pearson ($p \leq 0,05$). **Resultados:** como valores médios para a amostra masculina encontrou-se MCT $\pm 78,43 \pm 11,98$ kg, IMC= $25,34 \pm 3,38$ kg/m², IRCQ= $0,88 \pm 0,66$, índice C= $1,22 \pm 0,07$, CC= $88,82 \pm 10,28$ cm e %GC= $16,83 \pm 7,36$ %; e para a amostra feminina MCT $\pm 59,31 \pm 6,96$ kg, IMC= $21,79 \pm 2,45$ kg/m², IRCQ= $0,76 \pm 0,14$, índice C= $1,07 \pm 0,05$, CC= $70,18 \pm 5,75$ cm e %GC= $23,08 \pm 5,85$ %. Houve correlação significativa e robusta do %GC com o índice C ($r= 0,840$ para $p= 0,00$) e com a CC ($r= 0,828$ para $p= 0,00$) nos homens e significativa entre o %GC com a CC ($r= 0,709$ para $p= 0,00$) nas mulheres. **Conclusão:** o índice C e a CC apresentaram as correlações mais significativas, no entanto o índice C, que nos homens apresentou maior robustez, não repetiu o mesmo desempenho nas mulheres. Cabem, desta forma, estudos adicionais que permitam não só a interpretação e a classificação dos valores do índice C, como também a determinação da associação deste indicador antropométrico com o risco de doenças cardiovasculares.

ABSTRACT

CORRELATION BETWEEN ANTHROPOMETRIC INDICATORS OF OBESITY IN MILITARIES OF BRAZILIAN ARMY

by

Rafael Soares Pinheiro-DaCunha

National School of Public Health Sergio Arouca

Oswaldo Cruz Foundation

March 2006

Advisor: William Waissmann

Number of words: 435

Introduction: obesity is the most common nutritional disorder associated with significant chronic diseases. (hypertension, type 2 diabetes mellitus, hypercholesterolemia), as well as apoplexy, sleep apnea, joint problems and certain types of cancers. The importance of corporal composition evaluation is due to the fact that the corporal weight by itself cannot be considered as a good parameter to identify the excess or shortage of corporal components (fat mass, lean mass, osseous mass and residual mass). The obesity inquiry can be considered even as a limiter factor of the professional performance. This is the case of the military professional – who has in the aptitude and in the maintenance of its physical aptness a primordial requirement for its activities of day-by-day. **Objective:** the present study had for objective to compare some of the main anthropometric indicators of obesity (total body mass-TBM, body mass index-BMI, waist-to-hip ratio-WHR, conicity index-C index and of waist circumference-WC) with body fat percentage (%BF) evaluated by means of the gold standard (hydrostatic weighing), in military of both sex of the Brazilian Army. **Methods:** participated in the study 401 military, being 257 male (age $34,66 \pm 11,50$ years, body mass and stature $175,8 \pm 6,97$ cm) and 144 female (age $29,95 \pm 6,89$ years, body mass $59,31 \pm 6,96$ kg and stature $165,0 \pm 5.81$ cm), selected by convenience, all

residents amongst Rio de Janeiro. In the treatment of the data it was used descriptive statistics and for average comparison, Pearson correlation ($p \leq 0,05$). **Results:** wherein average values for the male sample it was founded TBM $\pm 78,43 \pm 11,98$ kg, BMI= $25,34 \pm 3,38$ kg/m², WHR= $0,88 \pm 0,66$, C index= $1,22 \pm 0,07$, WC= $88,82 \pm 10,28$ cm e %BF= $16,83 \pm 7,36$ %; and for female sample TBM $\pm 59,31 \pm 6,96$ kg, BMI= $21,79 \pm 2,45$ kg/m², WHR= $0,76 \pm 0,14$, C index= $1,07 \pm 0,05$, WC= $70,18 \pm 5,75$ cm e %BF= $23,08 \pm 5,85$ %. It had significant and robust correlation of %BF with C index ($r= 0,840$ for $p= 0,00$) and with the WC ($r = 0,828$ for $p = 0,00$) in the men and significant among %BF with the WC ($r = 0,709$ for $p = 0,00$) in the women. **Conclusion:** C index and the WC presented the most significant correlations, however, the index C, that in men presented greater robustness, didn't show the same performance in women. This way, it's recommended supplementary studies that may permit not only the interpretation and classification of C index values, as well as the determination of the association of this anthropometric index with the risk of cardiovascular diseases.

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Modificação de um cilindro perfeito para cone duplo	17
2. Gráficos das variáveis da amostra masculina	36
3. Gráficos das variáveis da amostra feminina	37

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Normas para a identificação do risco para a saúde pelo IRCQ segundo o gênero e a idade	17
2. Estatística descritiva das variáveis da amostra, segundo o gênero	36
3. Correlação entre os pares de variáveis da amostra, segundo o gênero	38
4. Correlação entre os indicadores antropométricos da amostra, segundo o gênero	38

RELAÇÃO DE CONTEÚDO

	Página
Página de aprovação	iii
Agradecimentos	iv
Resumo	vii
Abstract	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
Capítulo	Página
1 – INTRODUÇÃO	1
1.1. A obesidade	1
1.2. A obesidade central	5
1.3. Indicadores antropométricos de obesidade	7
1.3.1. Índice de massa corporal (IMC)	12
1.3.2. Índice da razão cintura/quadril (IRCQ)	15
1.3.3. Índice de conicidade (índice C)	17
1.3.4. Pesagem hidrostática – percentual de gordura corporal	21
1.3.4.1. Conversão da densidade corporal em porcentual de gordura	22
1.4. A higidez física e o profissional militar	23
2 – OBJETIVOS DO ESTUDO	25
3 – MÉTODOS	25
3.1. Sujeitos	25
3.2. Procedimentos	25
3.2.1. Mensurações antropométricas	26
3.2.1.1. IMC	27
3.2.1.2. IRCQ	28

Capítulo	Página
3.2.1.3. Índice C	28
3.2.2. Mensuração do peso hidrostático	29
3.2.2.1. Cálculo da composição corporal	32
3.3. Técnicas de medida e instrumentos/padronização	34
3.4. Análise estatística	35
4 – RESULTADOS	35
5 – DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1. Introdução

1.1. A obesidade

O brasileiro vive, em média, segundo as Tábuas Completas de Mortalidade do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 71,3 anos¹. Engstrom², valendo-se de dados do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN), observou que a redução da mortalidade associada ao posterior declínio do número de nascimentos são mudanças demográficas que têm aumentado a proporção de adultos e idosos na pirâmide etária brasileira. Em adição, Martinez³ observa que o perfil de morbidade e mortalidade nas diversas populações humanas mostra um grau de complexidade que não é facilmente explicado pela diferenciação entre os estratos socioeconômicos. A diminuição da mortalidade por doenças infecciosas e carenciais, o envelhecimento progressivo da população e a mudança no perfil de morbi-mortalidade levaram o campo de aplicação da Saúde Pública a se ampliar e ter como objeto qualquer dano ou agravo à saúde referente às populações, dirigindo-se para o estudo das condições presentes em fases anteriores ao aparecimento de algumas alterações clínicas e anatomopatológicas, como os denominados fatores de risco⁴.

A composição corporal constitui um aspecto dinâmico dos componentes estruturais do corpo humano, sofrendo alterações durante toda a vida dos indivíduos, em decorrência de inúmeros fatores como: crescimento e desenvolvimento, status nutricional e nível de atividades físicas⁵.

A obesidade é a mais comum desordem nutricional associada a significativas doenças crônicas (hipertensão, diabetes mellitus do tipo 2, hipercolesterolemia), bem como apoplexia, apnéia do sono, problemas articulares e certos tipos de cânceres⁶. A influência da massa corporal é reconhecida como risco já, pelo menos desde 1933, com o trabalho de Smith & Willius⁷ que observaram aumento linear da massa do coração com o sobrepeso, além de hipertrofia cardíaca e gordura epicárdica.

A obesidade pode ser definida como uma doença caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal, conseqüência de um balanço energético positivo, que acarretará prejuízo à saúde do indivíduo, tendo diferentes motivos para seu surgimento e sua manutenção em diversas populações^{8,9,10,11,12}, e é considerada problema de saúde pública em muitos países, principalmente nos “países pobres”^{13,14,15}. Gutiérrez-Fisac et al.¹⁶ afirmam que poucos assuntos no campo da saúde pública têm tido, nos últimos anos, tanta repercussão nos meios de comunicação científica como a epidemia de obesidade.

Katch, F. & McArdle¹⁷ entendem que a obesidade, freqüentemente, se inicia na infância, sendo três vezes maiores as chances que uma criança obesa se torne um adulto obeso, se comparadas com as de uma criança com massa corporal normal. Complementam, ainda, que a gordura excessiva também se desenvolve vagarosamente durante a fase adulta, entre os 25 e os 44 anos, refletindo o maior período de acúmulo de gordura.

O Documento do Consenso Latino-Americano em Obesidade¹⁸, produzido no final da década passada, num trabalho conjunto de dezenas de especialistas de doze países latino-americanos, das áreas de Medicina, Nutrição, Psicologia e Educação Física, representa uma revisão dos diversos aspectos relacionados à obesidade e seu tratamento, enxergando-a como um dos mais graves problemas de saúde pública da

atualidade. Afirma que sua prevalência vem crescendo acentuadamente nas últimas décadas, inclusive nos países em desenvolvimento, o que levou a doença à condição de epidemia global.

Estima-se que mais da metade dos adultos europeus, com idade entre 35 e 65 anos, estejam em situação de obesidade ou sobrepeso. A prevalência de obesidade na Europa é estimada em cerca de 10% a 20% em adultos do sexo masculino, e de 15% a 25% em mulheres adultas. Tais delineamentos parecem estar aumentando¹⁹. Nos Estados Unidos, a prevalência de sobrepeso e obesidade (índice de massa corporal - IMC \geq 25 kg/m²) para idades superiores aos 20 anos foi de 59,4% para homens, 50,7% para mulheres, e 54,9% numa avaliação global entre os anos de 1988 e 1994. A prevalência de obesidade (IMC \geq 30 kg/m²) está também numa crescente; estimou-se ter sido de 14,5% entre 1976 e 1980, e de 22,5% entre 1988 e 1994²⁰. Kotecki²¹ apresentou os resultados do levantamento realizado com o objetivo de verificar a prevalência de sobrepeso e obesidade entre a população norte-americana, o NHANES III (*National Health and Nutrition Examination Survey*), indicando que 33,4% da população, com vinte anos de idade ou mais, apresentam excesso de peso. Este resultado é bastante preocupante, principalmente se comparado ao NHANES II, realizado em 1980, onde se verificou que 26% da população norte-americana apresentavam excesso de peso.

Em consulta realizada pela WHO (*World Health Organization*)²², foi reconhecido que o sobrepeso e a obesidade representam fatores característicos populacionais com rápido aumento mundial, causando a conseqüente necessidade da atenção da saúde pública nos mais diversos quinhões do planeta. A obesidade é uma doença prevalente tanto em países desenvolvidos como também nos em desenvolvimento, afetando crianças e adultos igualmente. Novos critérios e métodos

para documentar a obesidade, principalmente em crianças, têm sido desenvolvidos, e verificaram a susceptibilidade que alguns grupos étnicos têm ao ganho de peso e ao acúmulo de gordura abdominal²². Alguns tipos de dieta e estilos de vida podem também se configurar como determinantes fundamentais na magnitude das alterações e complicações metabólicas e mecânicas associadas à obesidade.

Causas fundamentais da obesidade epidêmica estão relacionadas ao estilo de vida sedentário e dietas alimentares ricas em gordura. Esta epidemia crescente reflete, em última instância, as profundas mudanças sociais e no modelo comportamental das comunidades, a despeito de que alguns indivíduos possam ter se tornado obesos, em parte, devido a aspectos genéticos ou em função de demais predisposições biológicas ao ganho de peso, mais prontamente quando expostos a ambientes desfavoráveis²³.

Em nosso país, Coitinho et al.²⁴ realizaram estudo epidemiológico sobre as condições nutricionais da população brasileira de adultos e idosos, que indicou que cerca de 27 milhões de brasileiros apresentavam sobrepeso, sendo que destes estimava-se, à época do estudo, que 6,8 milhões eram indivíduos obesos. Para os autores, estes resultados indicaram que o excesso de peso corporal da população constitui um grande problema de saúde coletiva no Brasil, já que nos últimos quinze anos que antecederam o referido estudo a população de obesos quase dobrou²⁵. Mais recentemente, o IBGE²⁶ apresentou o resultado da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2002-2003), que revelou um resultado alarmante. A frequência do excesso de peso na população supera em oito vezes o déficit de peso entre as mulheres e em quinze vezes o da população masculina. Num universo de 95,5 milhões de pessoas de 20 anos ou mais de idade, há 3,8 milhões de pessoas (4,0%) com déficit de peso e 38,8 milhões (40,6%) com excesso de peso, das quais 10,5 milhões são consideradas obesas. Esse padrão se reproduz, com poucas variações, na maioria dos grupos populacionais analisados no país.

1.2. A obesidade central

Além do grau da obesidade (quanto mais gordo o indivíduo maior o seu risco), a disposição da gordura no corpo também pode determinar diferenças no potencial de risco. Assim, quando a pessoa tem acúmulo de gordura no tronco, em especial no abdômen (obesidade central), a possibilidade de ocorrer diabetes, pressão alta, colesterol elevado, problemas cardíacos é muito maior do que se tivesse excesso de gordura nos membros e nádegas (obesidade periférica). A obesidade central também é chamada de andróide, porque ocorre mais no sexo masculino, e a periférica de ginecóide, por ser mais comum em mulheres. Foss & Keteyian²⁷ afirmam que a distribuição abdominal ou “central” comporta um maior risco de doença do que uma distribuição mais “periférica” da gordura, que apresentaria também um menor risco de distúrbios metabólicos. Apesar do risco representado pela obesidade geral, tem-se que a abdominal seria a de maior risco^{10,28,29,30,31}. Taylor et al.³² reforçam que a gordura central tem implicações adversas à saúde em crianças e adultos.

Até bem pouco tempo atrás, acreditava-se que o tecido adiposo era um simples depósito de gordura. Apenas em meados dos anos 90, descobriu-se que este produz mais de uma centena de substâncias, inclusive hormônios. Os diferentes depósitos de gordura (tecidos adiposo visceral, subcutâneo abdominal, subcutâneo glúteo-femural e intramuscular) possuem grau metabólico e endócrino diferenciados, podendo estar, portanto, interferindo de forma específica nos processos inerentes à adiposidade corporal em obesos e diabéticos³³. A gordura visceral é mais perniciosa por várias razões. A primeira delas é que as células do tecido adiposo visceral são pouco eficazes em reter gordura dentro delas. Próximas demais de órgãos importantes da cavidade

abdominal, ao liberar moléculas de gordura, elas afetam o funcionamento do pâncreas, do fígado, dos rins etc. Esse tecido gorduroso é metabolicamente ativo com alta taxa de renovação. Os ácidos graxos livres liberados da gordura visceral chegam ao fígado pelo sistema portal e causam uma diminuição na captação e degradação da insulina e ainda na produção hepática de VLDL colesterol, ricas em triglicérides. A maior produção do VLDL colesterol leva à maior conversão para o LDL colesterol e diminui os níveis de HDL colesterol. Essas alterações nos níveis de colesterol facilitam a formação de placas de lipídios nas artérias, associada à diminuição de sua remoção facilitando a formação de placas de ateroma³⁴.

O acúmulo de ácidos graxos livres no fígado também causa gliconeogênese, resultando em uma maior produção de glicose. Os ácidos graxos livres e triglicérides em maior quantidade na circulação sistêmica alcançam os músculos esqueléticos e diminuem a captação de glicose induzida pela insulina nesses territórios, favorecendo ainda mais a elevação dos níveis séricos de glicose. Tanto a glicemia elevada quanto a maior quantidade de ácidos graxos livres estimulam a produção de insulina que acaba não sendo utilizada. Dessa forma, no obeso pode haver níveis elevados de insulina, o que pode contribuir para o aparecimento de hipertensão arterial, por ação, dentre outras, da insulina nos túbulos renais e na musculatura vascular. Some-se a isso o fato de a gordura visceral produzir uma série de compostos - todos prejudiciais ao organismo. Direta ou indiretamente, eles aumentam a quantidade de açúcar no sangue, impedem a ação da insulina, interferem com a coagulação e com o endotélio vascular, podendo facilitar a ocorrência de infartos e derrames³³.

1.3. Indicadores antropométricos de obesidade

A importância da avaliação da composição corporal deve-se ao fato do peso corporal isoladamente não poder ser considerado um bom parâmetro para a identificação do excesso ou déficit dos componentes corporais (massa gorda, massa magra, massa óssea e massa residual) ou as alterações nas quantidades proporcionais dos mesmos em decorrência de um programa de exercícios físicos e/ou dieta alimentar.

Segundo Lopes & Pires Neto³⁵, por meio da avaliação pode-se, além de determinar os componentes do corpo humano de forma quantitativa, utilizar os dados dessa análise para detectar o grau de desenvolvimento e crescimento de crianças e jovens, o status dos componentes corporais de adultos e idosos, bem como prescrever exercícios.

Reduzir a quantidade de gordura e/ou aumentar a quantidade de massa muscular estão entre os anseios de grande parte da população³⁶, no entanto, controversamente, é a obesidade que alcança status de problema de saúde mundial³⁷.

Heyward & Stolarczyk³⁸ observaram as várias aplicações da medida da composição corporal. Além de avaliar a quantidade total e regional de gordura corporal para identificar riscos à saúde, são também utilizadas: para monitorar mudanças na composição corporal associadas a certas doenças; para avaliar a eficiência de intervenções nutricionais e de exercícios físicos na alteração da composição corporal; podem ser empregadas na estimativa da massa corporal ideal de atletas e não-atletas, formulando recomendações dietéticas e prescrições de exercícios físicos; para monitorar mudanças na composição corporal, associadas ao crescimento, desenvolvimento, maturação e idade.

Durante muitos anos, foram utilizadas as tabelas de massa corporal e estatura para a estimativa dos limites da obesidade, até que, na década de 1940, um estudo realizado por Welham & Behnke³⁹, utilizando 25 jogadores profissionais de futebol americano, considerou que dezessete deles estavam inaptos para o serviço militar por terem sido 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 e que o excesso de massa corporal total era devido a uma grande quantidade de massa corporal magra, ou seja, ao desenvolvimento músculo-esquelético e não ao excesso de gordura⁴⁰. Este estudo foi um dos primeiros a demonstrar que a massa corporal total em excesso não caracteriza somente a obesidade e sim que outros componentes contribuem para o excesso de massa corporal, devendo ser calculados separadamente.

Ben-Noun, Sohar & Laor⁴¹ afirmam que há numerosos métodos de mensuração de sobrepeso e obesidade. Algumas técnicas são aplicadas usualmente em função da simplicidade, tais como a mensuração de massa corporal, estatura, diâmetro abdominal sagital, circunferências abdominal e de quadril, e cálculos da razão entre cintura e quadril e IMC. Em estudo recente, tais pesquisadores validaram e estabeleceram pontos de corte para a circunferência do pescoço para identificação de sobrepeso e obesidade.

Heyward⁴²; Kiss et al.⁴³; Nieman⁴⁴ afirmam que a composição corporal é a proporção entre os diferentes componentes corporais e a massa corporal total, sendo normalmente expressa pelas porcentagens de gordura e de massa magra.

Atualmente sabe-se que o meio mais adequado para avaliação da composição corporal é o fracionamento da massa corporal total em seus diversos componentes: peso de gordura, peso muscular, peso ósseo e peso residual, que compreende órgãos, pele, sangue epitelial, sistema nervoso etc^{45,46,47}.

Considerando-se que os componentes corporais que sofrem maior influência da atividade física e de dietas são a massa muscular e a gordura, a tendência dos estudos nessa área tem sido de fracionar a massa corporal em dois compartimentos: massa gorda e massa corporal magra^{46,48,49,50}.

Diversos estudos foram desenvolvidos com o objetivo de avaliar a composição corporal^{51,52,53}, sendo que o primeiro estudo para esse fim foi o de Matiegka⁵⁴ que propôs um método antropométrico para fracionar a massa corporal em quatro compartimentos. Outras observações podem ser feitas com modelos que analisam a massa corporal dividindo-a em dois ou mais componentes, como o proposto por Wang, Pierson & Heymsfield⁵⁵:

- Nível I (atômico) – compreende cerca de cinquenta elementos, sendo que mais de 98% da massa corporal total é determinada pela combinação de oxigênio, carbono, hidrogênio, nitrogênio, cálcio e fósforo. Os 44 elementos restantes representam menos de 2% da massa corporal total.
- Nível II (molecular) – divide os compostos químicos corporais, que compreendem mais de cem mil moléculas diferentes, em cinco grupos: lipídios, água, proteínas, carboidratos e minerais.
- Nível III (celular) – divide o corpo em três componentes: massa celular total, fluidos extracelulares (incluindo plasma intra e extracelular) e sólidos extracelulares.
- Nível IV (tecidos, órgãos e sistemas) – são quatro categorias de tecidos apresentados neste nível: tecido conectivo (adiposo e ósseo), tecido epitelial, tecido muscular e tecido nervoso.
- Nível V (corpo todo) – neste nível, o corpo é analisado segundo suas características morfológicas, com medidas relacionadas a tamanho, forma e proporções do corpo humano.

É possível mensurar-se a composição corporal por métodos diretos e indiretos. O único método direto de cálculo da composição corporal é a dissecação de cadáveres (*in vitro*), sendo aquele em que há a separação e a pesagem de cada um dos componentes corporais isoladamente. Os métodos indiretos (*in vivo*) implicam testes realizados dentro e fora de laboratórios. Não há a manipulação dos componentes separadamente, mas a partir de princípios químicos e físicos que visam à extrapolação das quantidades de gordura e massa magra. Há ainda os métodos duplamente indiretos que são aqueles validados a partir de um método indireto.

Norton & Olds⁵⁶ consideram que alguns métodos de laboratório bem sofisticados são utilizados, hoje em dia, para estimar a gordura corporal, dentre eles o da condutividade elétrica total do corpo⁵⁷, a ultra-sonografia e o do scanner com raios infravermelhos⁵⁸. São também métodos de maior sofisticação os que se utilizam da absorptometria radiológica de dupla energia (DXA), bioimpedância elétrica, densitometria, pletismografia, hidrometria, espectrometria, tomografia computadorizada, ressonância magnética, ativação de nêutrons, interactância de raios infravermelhos, excreção de creatinina, creatinina sérica, absorção fotônica, radiografia e 3-metil-histidina urinária⁴⁰.

Apesar da disponibilidade de uma variedade de métodos bem precisos e modernos, seus usos não são recomendados para avaliar um grande número de pessoas, pois utilizam equipamentos caros, gastam um tempo considerável e necessitam de profissionais altamente qualificados⁵⁶.

Pessoas com mesma área corporal, massa, estatura, idade e gênero podem apresentar-se com teor de gordura diferenciado. Para tanto, devem ser utilizados métodos que possam fornecer dados sobre os elementos principais, em separado, que

compõem a composição corporal, já que conhecê-los em separado pode ser de importância primordial para a saúde, como é o caso da gordura corporal³⁸.

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, perímetros musculares e diâmetros ósseos que, após o devido tratamento matemático, podem ser utilizadas para a estimativa da composição corporal.

A grande maioria dos métodos antropométricos para a determinação e o fracionamento da composição corporal foi desenvolvida tendo como referência a pesagem hidrostática (vide em 1.3.4).

Os métodos antropométricos são de fácil uso, relativamente baratos, praticamente inócuos e ideais para consultório ou trabalho de campo⁵⁹. São, porém, relativamente imprecisos e com grande margem de erro, em comparação aos métodos laboratoriais. Pitanga⁶⁰ observa que os indicadores antropométricos de obesidade utilizados atualmente têm muitas limitações. O IMC e o percentual de gordura corporal (%GC), em função do protocolo empregado, podem não ser sensíveis para avaliar a distribuição da gordura corporal. O índice da relação cintura/quadril (IRCQ), apesar de ser sensível para a distribuição da gordura corporal, poderá apresentar alterações, em virtude da provável variação conjunta nas circunferências de quadril e cintura, não transparecendo o possível aumento dos perímetros corporais.

O uso indiscriminado de valores fisiológicos absolutos retratados pela massa corporal e estatura, ou seja, os índices corporais tais como IMC, o índice de conicidade (índice C) e o IRCQ, podem levar a erros no levantamento da quantidade de gordura. As normas para a determinação da composição corporal utilizadas para diagnosticar obesidade, nestes índices, a princípio, estão baseadas em relações de proporcionalidade

entre as dimensões corporais e seu volume ocupado no espaço, e seu uso parece ser pouco adequado para determinar a quantidade e distribuição de gordura corporal⁵⁵.

O percentual de gordura determinado através da hidrodensitometria, técnicas de diluição de isótopos, medidas de dobras cutâneas, impedância bioelétrica, entre outras, também não informam sobre a distribuição da gordura corporal⁶¹.

1.3.1. Índice de massa corporal (IMC)

O IMC é um indicador mundialmente consagrado pelo tempo e pelo uso. É adequado para o diagnóstico coletivo, no entanto, quando empregado no indivíduo ou em populações específicas, passa a apresentar algumas restrições, pois não discrimina a quantidade de gordura corporal, nem sua distribuição⁶². Delineado pelo belga Lambert Adolphe Jacques Quételet (1796-1874), apresenta forte influência na Saúde Pública ao estabelecer uma medida simples de classificação do peso relativo para um peso ideal em função de sua altura.

O IMC foi desenvolvido para a avaliação de grandes efetivos de sujeitos, pois sua medida é fácil e rápida. Foi largamente empregado como um índice de composição corporal para estudos epidemiológicos^{63,64,65,66}. Desta forma, como já descrito, indivíduos com bom desenvolvimento muscular podem apresentar IMC elevado e ser erroneamente classificados como obesos. Isto pode ser de especial relevância em populações específicas, onde se pode encontrar prática de atividade física em maior intensidade e frequência do que na população geral, como é o caso de atletas e militares. Reforçando o exposto, complementa-se com a idéia de que o IMC não é sensível para estimar a distribuição da gordura corporal ou obesidade central. Powers & Howley²³

reforçam a problemática do emprego do IMC, pois não existe uma forma de se saber se a pessoa possui uma grande massa muscular ou se é simplesmente obesa. Sichieri⁹ entende que uma medida individual de IMC, que revele um valor elevado, pode expressar uma grande concentração de massa muscular, sendo este, portanto, uma medida de sobrepeso e não de obesidade. No entanto, em nível populacional uma alta prevalência de sobrepeso significa obesidade, haja vista que a massa livre de gordura é pouco variável em relação a uma mesma análise realizada para amostras específicas. Por ser uma opção de avaliação em nível epidemiológico, de baixo custo, o IMC fornece uma noção geral da composição e tornou-se bastante utilizado. Porém o IMC é um índice mais viável em indivíduos “normais”, caracterizando-se como um índice prévio, sumário, de avaliação, um índice de triagem, havendo necessidade da utilização de outros métodos para maior segurança, tanto em nível de normalidade quanto de patologia⁵⁹.

À semelhança das tabelas de altura-peso, o IMC não leva em conta a composição proporcional do organismo⁶⁷. Especificamente, outros fatores além do excesso de gordura corporal (massa óssea e muscular, e até o aumento no volume de plasma induzido por treinamento de exercício) afetam o numerador da equação. O IMC alto pode levar a uma interpretação incorreta do excesso de gordura em indivíduos magros com massa muscular excessiva devido à formação genética ou ao treinamento com exercícios⁶⁸, reforçando a problemática das limitações do IMC para atletas e populações particulares. A possibilidade de classificar alguém erroneamente como excessivamente pesado ao serem utilizados os padrões do IMC aplica-se particularmente aos atletas das provas de campo muito corpulentos, aos fisiculturistas, aos levantadores de pesos e aos lutadores de classe ponderal mais alta⁶⁹ e populações afins.

De acordo com a Associação Brasileira de Estudos sobre Obesidade¹², o IMC entre os valores de 18 e 24 kg.m⁻² diminuiria a frequência de eventos cardiovasculares em 25 % e a mortalidade coronariana em 15 %, devendo ser buscado o valor entre 18 e 25 kg.m⁻², por ser considerado saudável.

Ben-Noun, Sohar & Laor⁴¹ empregam o IMC como um indicador de sobrepeso e obesidade, definido por valores entre 25 e 29,9 kg/m² e superiores a 30 kg/m², respectivamente. A WHO⁶⁹ classificou o estado nutricional com base no IMC – como baixo peso para valores até 18,5 kg.m⁻², normal para valores de 18,5 até 25 kg.m⁻², sobrepeso I, II e III, para os intervalos de 25 a 30, 30 a 40 e acima de 40 kg.m⁻². No ano de 2000, a WHO¹⁰ redefiniu o estado nutricional e passou a chamar de baixo peso III, II e I os valores abaixo de 16, entre 16 e 17 e entre 17 e 18,5 kg.m⁻². A partir deste valor até 25 kg.m⁻², fixou a classificação como normal, e de 25 a 30 o nome foi alterado para pré-obesidade. A partir deste valor até 35, de 35 a 40 e acima de 40 kg.m⁻² ficaram, respectivamente, obesidade grau I, II e III.

A associação da obesidade central e padrões alimentares com fatores metabólicos de risco de doença cardíaca coronariana não é infalível e apresenta resultado controverso em função do delineamento do estudo. Por exemplo, em homens hindus de Calcutá, Índia, não foi encontrada relação significativa do IMC com o colesterol total, HDL-c, LDL-c, VLDL-c, triglicerídeos e glicose plasmática⁷⁰. É justamente acerca desta falibilidade que a presente pesquisa tem a intenção de tratar. Pela comparação de novos indicadores antropométricos a outros já consagrados, vem levantar questionamentos acerca da amplitude da utilização e, eventualmente, sugerir outros modelos e propostas, sem a pretensão de constituir uma solução definitiva, mas como uma evolução dos parâmetros atuais.

1.3.2. Índice da razão cintura/quadril (IRCQ)

As circunferências da cintura e do quadril apresentam uma alta relação, sendo também usadas como indicadores de distribuição intra-abdominal ou central de gordura²⁷.

Guerra et al.⁵⁹ afirmam que este método enfatiza a importância da gordura localizada na região abdominal. Quanto maior for a relação entre as circunferências, maior a chance de a gordura estar localizada na região superior (central). O IRCQ é fortemente associado à quantidade de gordura visceral, portanto, assume-se ser uma medida relacionada ao risco de doença coronariana.

Després⁷¹ comenta que, nos últimos 10 anos, vários estudos comprovam a relação entre o aumento da gordura abdominal, a morbidade e a mortalidade.

O aumento da deposição de gordura abdominal na população pode fornecer um indicador sensível dos problemas de saúde pública relacionados com o sobrepeso e suas conseqüências, justificando a medição, além da massa corporal e da estatura, dos perímetros da cintura e do quadril⁶⁹. Estas medidas de estimativa da distribuição corporal da gordura podem apresentar como grande vantagem a simplicidade e a facilidade de identificação dos locais de medição^{72,73,74,75}.

Laukkanen et al.⁷⁶ citaram que sujeitos com razão do perímetro cintura-quadril maior que 0,98 apresentaram risco de morte 1,54 vezes maior que os demais. Se este fator estivesse associado à hipertensão, estes riscos relativos subiriam para 3,18 a 3,74, respectivamente, para doenças cardiovasculares. Keenan et al.⁷⁷ citam como ponto de corte para análise do IRCQ o valor de 0,95 para homens, usado nos Estados Unidos e baseado em dados canadenses, enquanto europeus vêm utilizando o valor 1,0, baseado em dados suecos. Pereira et al.⁷² encontraram discrepâncias referentes a estes valores

em pesquisa realizada no Rio de Janeiro, na ordem de 10 %, o que levantou dúvidas relativas ao melhor valor a ser utilizado no Brasil. Os mesmos autores sugeriram o valor de 0,95 para homens brasileiros, pois este foi o valor que apresentou especificidade alta para hipertensão arterial.

O sobrepeso, a obesidade e a IRCQ alta têm relação direta com os fatores de risco coronarianos e o risco de infarto do miocárdio aumenta com o aumento do IRCQ^{78,79,80,81}.

Alguns autores consideram, entretanto, que a circunferência da cintura, por si só, é a melhor preditora da gordura visceral, pois a circunferência do quadril é influenciada apenas pela gordura subcutânea³⁸.

Para os autores que sugerem a utilização do perímetro abdominal, valores elevados nesta medida estão altamente correlacionados com o aumento de incidência de doenças crônico-degenerativas⁸². São considerados de alto risco para a saúde perímetros abdominais superiores a 102 cm e 88 cm, para homens e mulheres, respectivamente⁸³.

TABELA 1: NORMAS PARA A IDENTIFICAÇÃO DO RISCO PARA A SAÚDE PELO IRCQ SEGUNDO O GÊNERO E A IDADE

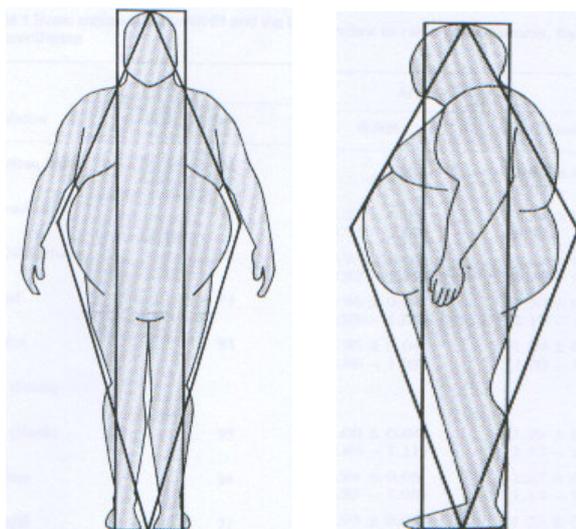
Sexo	Idade	Risco			
		Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
Homens	20-29	< 0,83	0,83-0,88	0,89-0,94	> 0,94
	30-39	< 0,84	0,84-0,91	0,92-0,96	> 0,96
	40-49	< 0,88	0,88-0,95	0,96-1,00	> 1,00
	50-59	< 0,90	0,90-0,96	0,97-1,02	> 1,02
	60-69	< 0,91	0,91-0,98	0,99-1,03	> 1,03
Mulheres	20-29	< 0,71	0,71-0,77	0,78-0,82	> 0,82
	30-39	< 0,72	0,72-0,78	0,79-0,84	> 0,84
	40-49	< 0,73	0,73-0,79	0,80-0,87	> 0,87
	50-59	< 0,74	0,74-0,81	0,82-0,88	> 0,88
	60-69	< 0,76	0,76-0,83	0,84-0,90	> 0,90

Fonte: Bray & Gray⁸³

1.3.3. Índice de conicidade (índice C)

Mais recentemente, no início da década de 90, Valdez⁸⁴ propôs o índice C como indicador para avaliação da obesidade e distribuição da gordura corporal. Este índice utiliza como variáveis a massa corporal, a estatura e a circunferência do abdômen. É baseado na idéia de que pessoas que acumulam gordura em volta da região central do tronco têm a forma do corpo parecida com um duplo cone, ou seja, dois cones com uma base comum, enquanto que aquelas com menor quantidade de gordura na região central teriam aparência de um cilindro (FIGURA 1).

FIGURA 1: MODIFICAÇÃO DE UM CILINDRO PERFEITO PARA CONE DUPLO



Fonte: Valdez et al.⁶²

A circunferência de quadril é desnecessária para avaliação da distribuição da gordura corporal, sendo a simplicidade a principal vantagem do índice C⁶². Pitanga⁸⁵ informa que, além disso, para efeito de facilitação dos cálculos, os valores do denominador da equação matemática para cálculo do índice C podem ser pré-tabulados sobre uma ampla série de pesos e estaturas humanas, sendo que os valores da

circunferência de cintura utilizados no numerador necessitariam apenas da divisão pelo denominador, já previamente tabulado.

Alguns estudos têm sido conduzidos na expectativa de observar se o índice C apresenta associação com variáveis consideradas como risco para desenvolvimento de doenças cardiovasculares. De acordo com Bose & Mascie-Taylor⁸⁶, em estudos epidemiológicos sobre os fatores de risco para doenças cardiovasculares, o índice C não apresenta vantagens sobre o IRCQ na avaliação da distribuição da gordura corporal acerca da significância dos valores de correlação e dos cálculos matemáticos realizados para análise e classificação. Resultados similares foram encontrados por Richelsen & Pedersen⁸⁷, ao demonstrarem que o índice C é inferior aos outros índices de obesidade abdominal para ser utilizado como preditor de risco cardiovascular.

Coniglio et al.⁶¹ estudaram a relação entre parâmetros antropométricos e bioquímicos associados à obesidade central para avaliar o risco de aterosclerose coronariana. A partir do ponto de corte 1,26 do índice C, observaram que a relação com os fatores e indicadores de risco lipoprotéicos colaborou na prática clínica de detecção do risco de enfermidade coronariana.

Pitanga⁶⁰ realizou estudo a fim de observar a associação entre o índice C e os principais indicadores de obesidade (IMC, IRCQ e %GC), realizando correlação simples entre estes índices. Os resultados encontrados indicaram altos valores no coeficiente de correlação, acreditando-se na possibilidade de emprego do índice C como método para avaliação da distribuição da gordura corporal e diagnóstico da obesidade. No entanto, não foram realizados métodos estatísticos para validação do índice C, sendo sugeridos novos estudos que promovessem tal validação. Estudo semelhante foi realizado por Pinheiro-DaCunha et al.⁸⁸ a fim de verificar a correlação entre o IMC, GC% e índice C, em uma amostra de militares do Exército Brasileiro, praticantes

regulares de atividades físicas, de 18 a 25 anos de idade. Foram encontradas correlações significativas, mas baixas, entre o índice C e %GC, e entre IMC e %GC, sendo superior nesta. A baixa correlação foi atribuída à particularidade da amostra utilizada que possuía um baixo percentual de gordura corporal.

Pitanga et al.⁸⁹ encontraram razão de prevalência de 3,20 (2,32-4,42) entre índice C e níveis de glicose plasmática após ajustamento para sexo e idade. Pitanga & Lessa⁹⁰ encontraram razão de prevalência de 1,34 (1,02-1,75) entre índice C e pressão arterial sistólica em homens maiores de cinquenta anos e de 2,20 (1,40-3,46) em mulheres com menos de cinquenta anos, após ajustamento para níveis de glicose plasmática. Os resultados desses estudos sugerem que o índice C pode vir a ser utilizado como preditor de doenças cardiovasculares e relacionado à obesidade.

Em estudo realizado para verificar a associação entre o índice C e a pressão arterial sistólica, Pitanga & Lessa⁹¹ realizaram corte transversal com 2.241 adultos da cidade de Salvador-BA. Os resultados sugerem que o índice C apresenta boa associação estatística com a pressão arterial sistólica, podendo vir a ser utilizado como indicador de gordura abdominal e preditor da pressão arterial sistólica.

Em 2003, os mesmos pesquisadores verificaram a sensibilidade e especificidade entre o índice C, IMC e hiperglicemia, além de identificar o ponto de corte mais adequado para a utilização do índice C como marcador prognóstico de hiperglicemia. Encontraram no índice C o ponto 1,23 com sensibilidade de 69,88%, especificidade de 72,95% e, no IMC, o valor de 25 kg/m² apresenta sensibilidade de 67,47%, especificidade de 56,28%. Concluíram, então, que o índice C pode vir a ser usado como preditor de hiperglicemia, contudo ressaltaram a necessidade da realização de novos estudos a fim de estabelecer ponto de corte mais adequado, identificando sensibilidade e especificidade, em amostras separadas por sexo⁹².

Em estudo comparativo entre indicadores antropométricos de obesidade, o índice C e o IRCQ mostraram-se os melhores indicadores de obesidade para discriminar o risco coronariano elevado, em contrapartida, o IMC mostrou-se o menos adequado. Desta forma, indicadores de obesidade abdominal parecem ser discriminadores mais adequados do risco coronariano elevado, do que os de obesidade generalizada⁹³.

Ghosh, Bose & Das Chaudhuri⁷⁰, em estudo que comparou a associação de indicadores de obesidade e padrões alimentares com fatores metabólicos de risco de doença cardíaca coronariana, observaram que o índice C apresentou relação significativa e positiva com o colesterol total, triglicérides, glicose plasmática e VLDL-c, sendo percebido como o indicador mais consistente na explanação das variáveis metabólicas da doença cardíaca coronariana. Kim et al.⁹⁴, em contrapartida, valendo-se dos dados do *Framingham Heart Study*, chegaram a conclusão distinta. Para estes, o índice C não apresentou associação com a mortalidade por doença cardíaca coronariana.

Pitanga & Lessa⁹⁵, no mesmo estudo realizado em Salvador-BA, observaram que entre homens de 30-74 anos e mulheres de 30-49 anos, todos os indicadores de obesidade apresentam forte associação com risco coronariano elevado, destacando-se, entre os homens, os indicadores de obesidade central, IRCQ e índice C, enquanto que para as mulheres dos 50 aos 74 anos, o índice C foi o único indicador antropométrico de obesidade que apresentou associação com o risco coronariano elevado. Os mesmos pesquisadores, procurando selecionar, por meio da sensibilidade e especificidade, os melhores pontos de corte para o índice C como discriminador de risco coronariano elevado, realizaram estudo de corte transversal com amostra composta por 968 adultos de 30-74 anos. Como resultados, encontraram os valores dos pontos de corte para discriminar o risco coronariano de 1,25 (sensibilidade de 73,91% e especificidade de

74,92%) e de 1,18 (sensibilidade de 73,39% e especificidade de 61,15%). Concluíram, pois, pela necessidade de comparar o índice C aos demais indicadores antropométricos de obesidade, para fins de discriminação do risco coronariano elevado⁹⁶.

1.3.4. Pesagem hidrostática – percentual de gordura corporal

A pesagem hidrostática, inicialmente estudada por Behnke, Feen & Welham⁹⁷, baseia-se no princípio matemático de Arquimedes (287-212 a.C.). Este, matemático e inventor grego, descobriu o princípio fundamental, aplicado atualmente, para avaliar a composição corporal humana⁶⁹. Assim, raciocinou que um objeto submerso ou flutuando na água permanece boiando devido a uma força contrária de peso igual ao volume de água que ele desloca. O princípio físico descoberto por Arquimedes permite aplicar a imersão em água, ou hidrodensitometria, para determinar o volume de um corpo.

O termo densitometria refere-se ao processo geral da estimativa da composição corporal por densidade corporal. Embora vários métodos possam ser usados para estimar a densidade corporal, a densitometria tem se tornado praticamente sinônimo da pesagem hidrostática, também chamada pesagem subaquática ou hidrodensitometria⁴⁹. Esse método leva em consideração que o corpo é composto por dois componentes distintos, a massa gorda e a massa livre de gordura⁵.

Sichieri⁹ expõe que o próprio entendimento científico da obesidade tem suas dificuldades iniciadas pela definição da quantidade de gordura no organismo humano que caracteriza este excesso e o modo pelo qual ele é medido. Para esta pesquisadora, a

densitometria é a medida de escolha para a avaliação da gordura, em nível individual, em estudos laboratoriais.

De acordo com De Rose et al.⁵, podemos determinar a densidade de um corpo relacionando sua massa e o seu volume, compreendendo que a densidade corresponde a fração entre a massa corporal e o volume do corpo.

Considerando que o corpo seja fracionado em dois compartimentos, a gordura e a massa sem gordura, pode-se determinar a distribuição percentual através da densidade do sistema⁵.

Segundo Petroski & Pires Neto⁹⁸, a pesagem hidrostática tem sido considerada como o método de laboratório não-invasivo mais aceito para os estudos da composição corporal. Mesmo após todas as adaptações que o método original já sofreu, ele é, ainda hoje, considerado o *gold standard* (padrão ouro) para a avaliação da composição corporal.

A técnica de pesagem hidrostática representa o procedimento indireto laboratorial mais amplamente utilizado para a medida da densidade corporal⁴⁰.

1.3.4.1. Conversão da densidade corporal em porcentual de gordura

Calculada a densidade corporal pela pesagem hidrostática, pode-se estimar o GC% através das equações de Siri⁹⁸ e de Brozek et al.¹⁰⁰. Outras fórmulas para calcular o % GC, foram elaboradas, mas a diferença entre estas fórmulas em geral é inferior a 1% para níveis de gordura que variam entre 4 e 30%⁴⁰.

As equações para converter a densidade em %GC são um pouco variadas. Rathburn & Pace¹⁰¹, estudando a quantidade de gordura de porcos, determinaram que as

densidades da gordura e da massa corporal magra seriam 0,918 e 1,10 g/ml, respectivamente. Por sua vez, o Dr. William Siri, de Berkeley-Califórnia, em 1961, idealizou uma equação para estimar o % GC baseado nas constantes de 1,10 g/ml para a massa magra e 0,9007 g/ml para a massa gorda. Já para Brozek et al.¹⁰⁰, que por meio da análise da composição química de cada componente do corpo, determinaram a densidade da gordura em 0,915.

Estas duas últimas equações estão baseadas na premissa de que os componentes corporais (músculos, ossos e gordura) apresentam cada um uma densidade constante e que a água corporal total apresenta uma composição padrão.

Para o cálculo da gordura corporal, as fórmulas acima apresentam correlações de $r = 0,995$ e $r = 0,999$, respectivamente, e para uma pessoa com uma densidade igual a 1,0605, os valores da gordura corporal serão de 16.74% e 16.71%, demonstrando que até a primeira casa decimal as fórmulas são bem precisas e por isso são recomendadas⁴⁰.

Apesar da grande precisão e da aceitação universal das fórmulas de SIRI e BROZEK, elas possuem alguns problemas, pois ambas se baseiam no resultados da análise de composição corporal direta em cadáveres humanos. Como um número pequeno foi utilizado para este estudo, eles não representam uma distribuição razoável da população, constituindo uma limitação para todos os estudos que as empreguem.

1.4. A higidez física e o profissional militar

Determinados segmentos sociais possuem características bastante particulares. A questão da obesidade pode ser considerada até mesmo como um fator limitador do desempenho profissional. É este o caso do profissional militar – que tem na higidez e na

manutenção de sua aptidão física um requisito primordial para suas atividades do dia-a-dia.

Há também consenso entre estudiosos contemporâneos dos principais exércitos do mundo de que a melhoria da aptidão física contribui para o aumento significativo da prontidão dos militares para o combate. Os indivíduos aptos fisicamente tendem a ser mais resistentes a doenças e se recuperam mais rapidamente de lesões do que pessoas não aptas fisicamente. O'Connor, Bahrke & Tetu¹⁰² sugerem que indivíduos muito aptos fisicamente têm maiores níveis de autoconfiança e motivação, determinando que os militares mais bem preparados fisicamente tenham melhores condições de suportar o estresse debilitante do combate.

O Exército Brasileiro (EB) abrange extensa faixa etária, aproximadamente entre 18 e 65 anos, sendo composto por homens e mulheres oriundos de todo território nacional, de diferentes classes sociais e de hábitos culturais distintos. Por meio dos regulamentos a que estão sujeitos ou pelo convencimento da necessidade de preparação profissional, decorre o incentivo e a cobrança que o militar mantenha uma vida fisicamente ativa. Com esta finalidade, é prevista a realização de treinamentos físicos de métodos diversificados, de noventa minutos de duração por sessão, com frequência mínima de três dias na semana, quantidade mínima considerada necessária para a prevenção de doenças crônicas, e para o desenvolvimento e manutenção da aptidão física. O Manual de Treinamento Físico Militar (C 20-20) considera que a eficiência do desempenho profissional depende, consideravelmente, da condição física do militar. O sucesso no combate, a atitude tomada diante dos imprevistos e a segurança da própria vida dependem, muitas das vezes, das qualidades físicas e morais, adquiridas por meio do treinamento físico regular, convenientemente orientado¹⁰³, associado à adequada preparação psicológica.

2. Objetivo do estudo

O presente estudo teve por objetivo comparar alguns dos principais indicadores antropométricos de obesidade (massa corporal total-MCT, IMC, IRCQ, índice C e circunferência de cintura-CC) com o %GC avaliado por meio do padrão-ouro (pesagem hidrostática), em militares de ambos os sexos do Exército Brasileiro.

3. Métodos

3.1. Sujeitos

Participaram do estudo 401 militares, sendo 257 do sexo masculino e 144 do sexo feminino, selecionados por conveniência, todos residentes na guarnição do Rio de Janeiro.

O presente estudo obedece ao prescrito nas Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos (**RESOLUÇÃO nº 196, de 10 de outubro de 1996**) do Conselho Nacional de Saúde, além de cumprir os princípios éticos contidos na Declaração de Helsinki (1964, reformulada em 1975, 1983, 1989, 1996 e 2000), da *World Medical Association*.

3.2. Procedimentos

Inicialmente, os sujeitos tomaram conhecimento dos objetivos do estudo e,

após responderem uma anamnese, assinaram o termo de consentimento.

Em seguida, foram feitas recomendações referentes aos procedimentos regulares durante a coleta de dados. Nesta ocasião, os sujeitos foram orientados quanto aos procedimentos a serem tomados para a coleta.

A coleta dos dados iniciou pelas medidas antropométricas, sendo, logo após, conduzida a pesagem hidrostática.

Os sujeitos foram mensurados descalços, usando roupa de banho apropriada para a prática de natação, cumprindo as seguintes restrições:

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

As mensurações foram feitas em dois momentos:

3.2.1. Mensurações antropométricas

Para o estudo determinou-se, além da idade, os valores de massa corporal e estatura, de acordo com os procedimentos e na seqüência descrita a seguir:

Massa Corporal – o avaliado foi posicionado de pé, descalço, no centro da plataforma da balança, vestindo apenas roupa de banho, procurando não se movimentar. A massa corporal foi registrada em quilogramas, com precisão de 100 gramas.

Estatura Corporal – é a distância compreendida entre a planta dos pés e o ponto mais alto da cabeça. O sujeito deve estar descalço. A postura padrão é 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 deve estar orientada no plano de Frankfurt. A medida foi registrada em 0,1 cm, estando o indivíduo em apnéia, após inspiração profunda.

Perímetro do Abdômen – o sujeito deve estar de pé, com o abdômen relaxado, os braços descontraídos ao lado do corpo. O avaliador colocou-se à frente do sujeito. A fita métrica foi colocada horizontalmente em volta do abdômen do sujeito, exatamente sobre a cicatriz umbilical. Um avaliador auxiliar foi necessário para verificar a colocação da fita no plano horizontal.

Perímetro da Cintura – medida realizada em nível do ponto mais estreito entre o último arco costal e a crista ilíaca.

Perímetro do Quadril – 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 horizontalmente e paralela ao solo. A fita deve ficar em contato com a superfície da pele, mas não pode provocar compressão dos tecidos. Um avaliador auxiliar foi necessário para verificar se a fita estava corretamente colocada do outro lado

do avaliador principal.

3.2.1.1. IMC

O IMC é um índice que avalia a proporção do peso do corpo para a altura em metros ao quadrado, ou seja:

$$IMC = \frac{\text{massa corporal (kg)}}{\text{estatura (m}^2\text{)}}$$

3.2.1.2. IRCQ

A IRCQ é obtida simplesmente dividindo-se o perímetro da cintura pelo do quadril, ou seja:

$$IRCQ = \frac{\text{perímetro da cintura}}{\text{perímetro do quadril}}$$

3.2.1.3. Índice C

O índice C é calculado pela equação matemática criada por Valdez⁸⁴:

$$\text{Índice C} = \frac{\text{Circunferência do Abdômen (m)}}{0,109 \sqrt{\frac{\text{Massa Corporal (kg)}}{\text{Altura (m)}}}}$$

O numerador é a medida da circunferência da cintura em metros. O valor 0,109 é a constante que resulta da raiz da razão entre 4π (originado da dedução do perímetro do círculo de um cilindro) e a densidade média do ser humano de 1050 kg/m^3 . Assim, o denominador é o cilindro produzido pelo peso e estatura de determinado indivíduo. Desta forma, ao ser calculado o índice C, tem-se a seguinte interpretação: por exemplo, se a pessoa tem o índice C de 1,30, isto significa que a circunferência da sua cintura, já levando em consideração a sua estatura e peso, é 1,30 vezes maior do que a circunferência que o mesmo teria caso não houvesse gordura abdominal (pessoa de forma cilíndrica).

A faixa teórica do índice C é de 1,00 a 1,73, partindo de um cilindro perfeito para um cone duplo perfeito. O índice C 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 abdominal⁶².

3.2.2. Mensuração do peso hidrostático

Os materiais e procedimentos a serem utilizados neste estudo seguem as recomendações de diversos autores^{38,40,49,56,98}.

Em relação aos problemas relatados por Pollock & Wilmore⁴⁰, no momento da leitura da pesagem dentro d'água, causados pela oscilação da água, algumas providências foram tomadas neste estudo, ou seja:

- A balança foi calibrada e tarada a cada pesagem; isto foi feito com o sujeito dentro d'água;

- Foi colocado na parte da frente do tanque, um vidro de 50 x 60 cm para comunicação entre o avaliado e o avaliador, diminuindo assim a ansiedade de quem estive sendo pesado e, conseqüentemente, as oscilações da água;

- Um aquecedor automático foi instalado para que, ao desaquecer, 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;

- Para minimizar as oscilações que ocorrem em piscinas, o tanque tem apenas 120 x 120 cm, o que facilitou em muito a leitura;

- O tanque tem a altura de 190 cm, sendo que a água só alcança 150 cm de altura, suficiente para a realização da pesagem, ideal para que os aquecedores tenham máxima eficiência e para que a água atinja a temperatura ideal no menor tempo possível; e

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

Peso Submerso (PS) – os indivíduos foram avaliados na posição sentada conforme descrição de Pollock & Wilmore⁴⁰.

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

Antes de se efetuar 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 deve ser mantida bloqueada por aproximadamente cinco a dez segundos, para a estabilização da balança,

para a realização da leitura. Após cada tentativa, permitiu-se o restabelecimento da respiração, sendo o mesmo procedimento repetido por seis a dez vezes¹⁰⁴. Os indivíduos foram sempre avaliados em no máximo cinco sujeitos por dia.

Os movimentos excessivos na escala durante a pesagem foram controlados pelos avaliadores, permitindo fazer leituras com precisão de ± 25 gramas. Os indivíduos foram estimulados a expirarem o máximo no momento da mensuração.

A determinação do peso dentro d'água foi feita utilizando o que prescreve Behnke & Wilmore¹⁰⁵, sendo selecionado da seguinte maneira:

a)Primeiramente foi selecionado o peso mais alto observado, caso se repetisse mais de uma vez;

b)No caso do item anterior não ter sido satisfeito, foi selecionado o segundo peso mais alto, que tenha sido registrado mais de uma vez; e

c)Se os critérios anteriores não tiverem sido satisfeitos, foi selecionado o terceiro peso mais alto e, assim, sucessivamente até conseguir o peso desejado.

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.

Como a água possui uma densidade de aproximadamente 1 g.ml^{-1} , e a gordura corporal uma densidade de cerca de $0,900 \text{ g.ml}^{-1}$, esta flutuará na água. O tecido magro possui uma densidade de cerca de $1,100$ nos adultos, e afundará na água. A densidade corporal fornece informações sobre a porção do corpo que é magra e a que é gorda²³. Pelo princípio de Arquimedes, pode-se concluir que a massa de um corpo dentro d'água terá um valor menor do que se medido fora dela. Esta perda de massa deverá ser igual ao volume de líquido deslocado, corrigido pela densidade da água. A equação que determina este volume é a seguinte:

$$\text{Volume} = \frac{MCT - MCT (\text{dentro d'água})}{\text{densidade da água}}$$

No volume total do corpo são incluídos dois volumes de ar: o volume residual, que pode ser estimado ou medido diretamente com a técnica da diluição em hélio ou nitrogênio, e o ar existente no trato gastrointestinal, estimado por Buskirk¹⁰⁶ em 100 ml. Após as correções propostas, a equação do volume fica do seguinte modo:

$$\text{Volume} = \frac{MCT - MCT (\text{dentro d'água})}{\text{densidade da água} - (VR + 0,1)}$$

De Rose et al.⁵ explicam que o volume residual pode ser estimado através da capacidade vital, pois em fisiologia respiratória aquele é caracterizado como sendo 28% da capacidade vital.

Após se conhecer o volume corporal, pode-se calcular a densidade, pelo uso da massa na fórmula do volume, como demonstrado na seguinte fórmula:

$$\text{Volume} = \frac{\text{massa corporal}}{\text{densidade}}$$

3.2.2.1. Cálculo da composição corporal

Cálculo da densidade corporal (D) – partindo da fórmula convencional peso/volume, a D é determinada através da seguinte equação:

$$D (\text{kg/l}) = \frac{\text{massa corporal}}{[(MC - PS)/Da] - (VR + 0,1)}$$

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 & Wilmore⁴⁰, que recomenda a utilização da equação de Goldman & Becklake¹⁰⁷, que considera a idade e a estatura.

Percentual de gordura corporal (%GC) – o %GC foi determinado através da equação de Siri⁹⁹:

$$GC\% = \left(\frac{495}{D} \right) - 450$$

Massa de Gordura (MG, kg) – a MG é obtida multiplicando-se a massa corporal pela fração do percentual de gordura:

$$MG = MC \left(\frac{100}{GC\%} \right)$$

Massa Corporal Magra (MCM, kg) – a MCM é estimada subtraindo a MG da massa corporal:

$$MCM = MC - MG$$

3.3. Técnicas de medida e instrumentos/padronização

O material utilizado para a realização da pesagem hidrostática e das medidas antropométricas foi o seguinte:

- O equipamento desenvolvido para a pesagem hidrostática constou de um tanque, de formato quadrado 120 x 120 cm, com 190 cm de altura, construído em alvenaria e azulejado por dentro, com 30 cm de espessura. A parte frontal do tanque tem um 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 esteve com a água a uma altura de 1,50 m, a qual foi mantida a 36° C, podendo alterar em aproximadamente 2° C, fato este, que não altera 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 numa viga de madeira de lei, a uma altura de 210 cm, através de uma corrente de aço inox. Na célula de carga foi colocado um gancho preso a uma base de aço inox de 50 cm de lado, em cujas extremidades foram fixadas correntes de aço inox, para a sustentação da cadeira onde se sentaram os sujeitos no momento da pesagem submersa. A cadeira foi construída em PVC, cano 40 mm, com o comprimento de 50 cm. Um cinto de mergulhador com 5 kg foi colocado em volta da cintura do avaliado para garantir a estabilidade durante as pesagens. O peso do cinto foi subtraído do peso total;
- 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; e

- 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.

3.4. Análise estatística

Foram utilizados os aplicativos: *Statistical Package for Social Sciences* – SPSS 11.5 e *Microsoft Excel do Office 2003*, para proceder ao cálculo dos valores médios das variáveis, bem como as correlações entre os indicadores antropométricos.

Para a comparação entre cada um dos indicadores antropométricos com o padrão-ouro (%GC medido pela pesagem hidrostática) e dos indicadores entre si utilizou-se a correlação de Pearson ($p \leq 0,05$),

4. Resultados

Os homens apresentaram valores médios da idade, massa corporal total (MCT), estatura, índice de massa corporal (IMC), circunferência da cintura (CC), índice da razão cintura-quadril (IRCQ) e índice C superiores aos das mulheres. O percentual de gordura corporal (%GC), obtido por meio da pesagem hidrostática, apresentou valor médio superior entre as mulheres (TABELA 2). A amostra do sexo masculino apresentou maior prevalência de sobrepeso, considerando o IMC. O %GC para a média das amostras, foi considerado equivalente entre os sexos e classificado como acima da média⁴⁰.

TABELA 2: ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS DA AMOSTRA, SEGUNDO O SEXO

Variáveis	Masculino					Feminino				
	N	Mín	Máx	X	Dp	N	Mín	Máx	X	Dp
Idade (anos)	257	16,17	59,58	34,66	11,50	144	17,42	45,75	29,95	6,89
MCT (kg)	257	57,60	129,9	78,43	11,98	144	47,90	81,70	59,31	6,96
Estatura (cm)	257	156	194,5	175,8	6,97	144	152,1	184,9	165,0	5,81
%GC	257	2,48	35,27	16,83	7,36	144	8,57	36,53	23,08	5,85
IMC (kg/m ²)	257	19,88	40,09	25,34	3,38	144	17,83	32,17	21,79	2,45
CC (cm)	257	71	128,5	88,82	10,28	144	61,80	89,30	70,18	5,75
IRCQ	257	0,63	1,03	0,88	0,66	144	0,70	0,79	0,76	0,14
Índice C	257	1,07	1,45	1,22	0,07	144	0,99	1,21	1,07	0,05

FIGURA 2: GRÁFICOS DAS VARIÁVEIS DA AMOSTRA MASCULINA

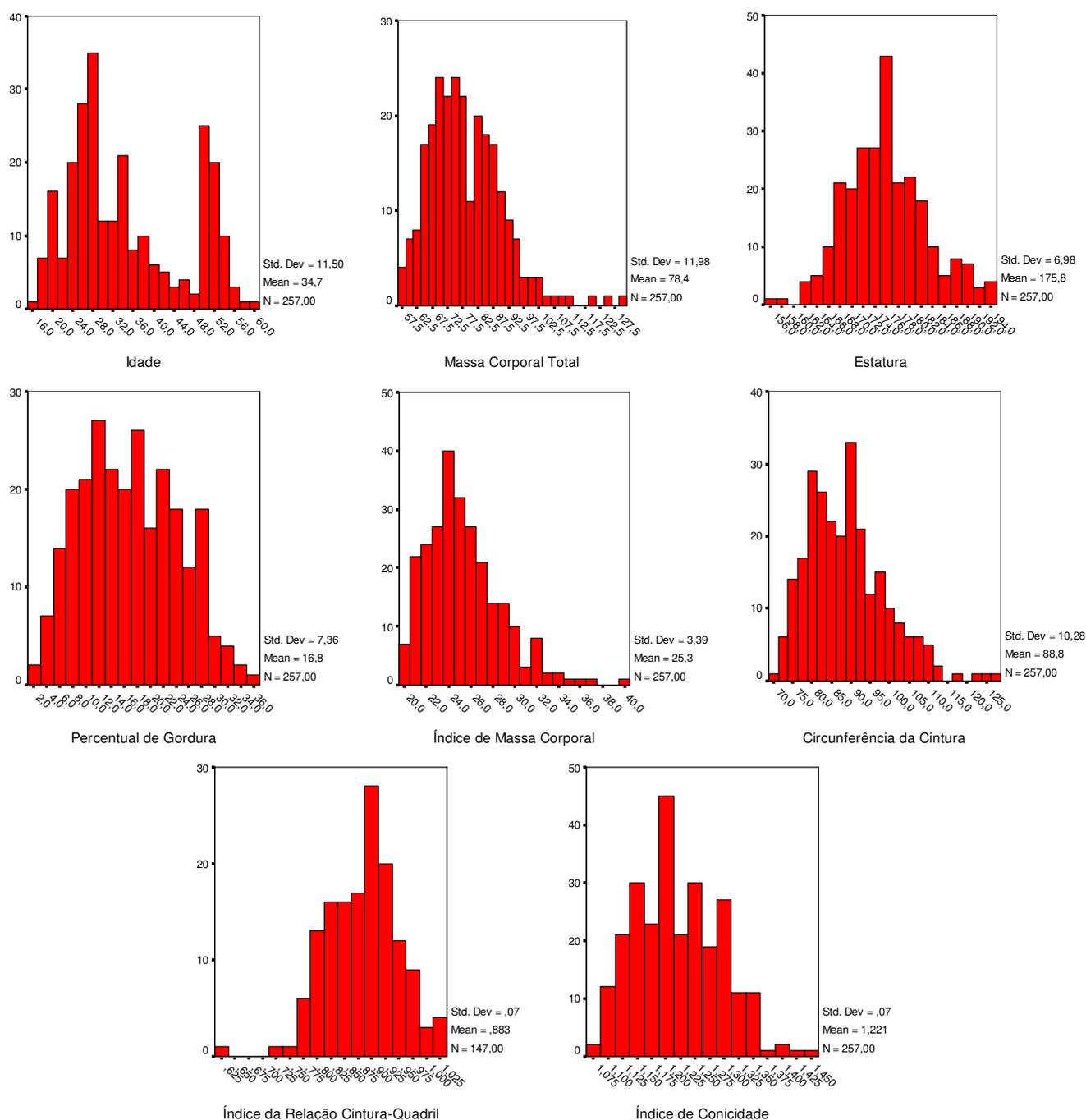
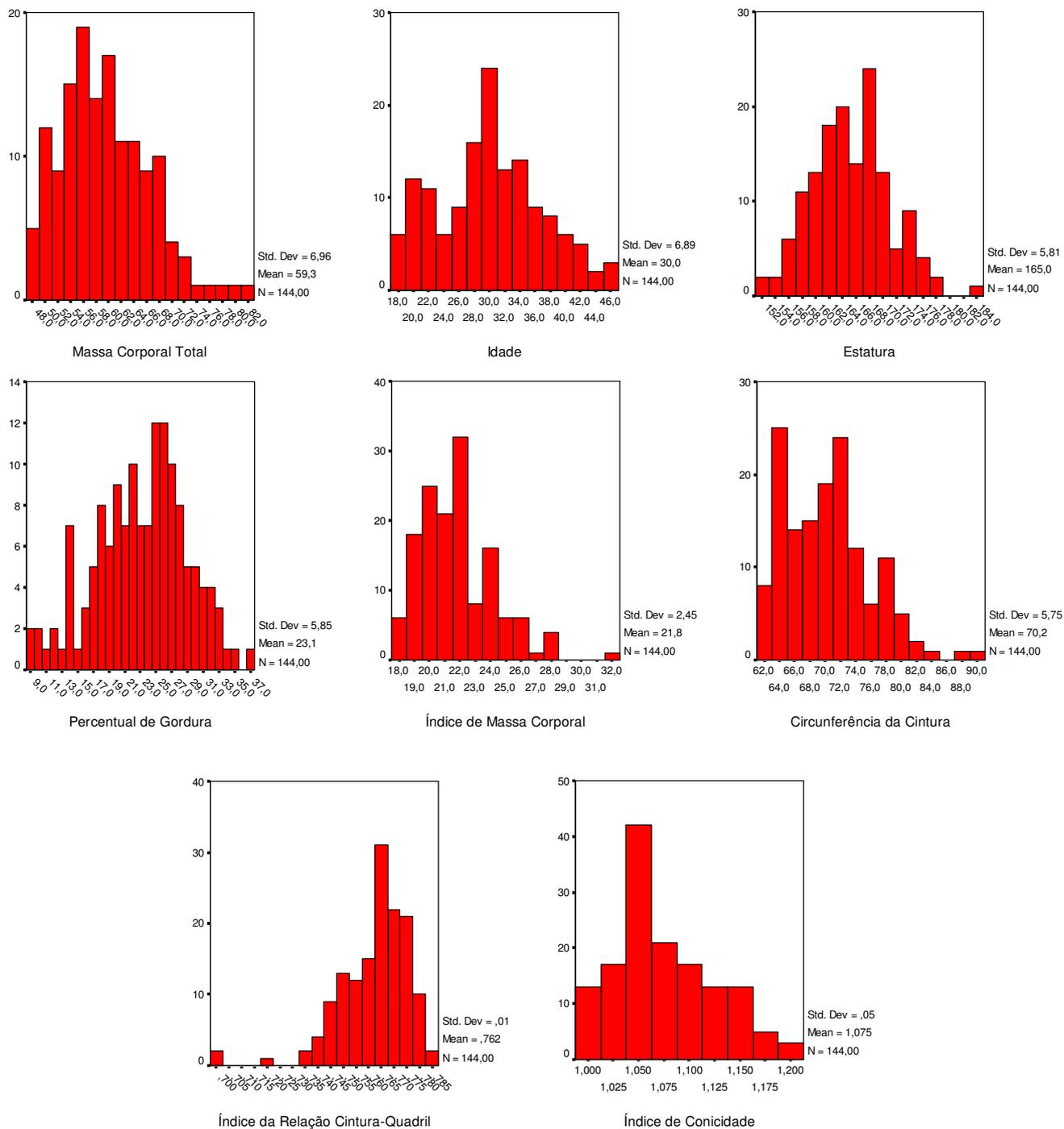


FIGURA 3: GRÁFICOS DAS VARIÁVEIS DA AMOSTRA FEMININA



Avaliando as correlações entre os indicadores antropométricos com o %GC foi possível observar que, para os homens, o índice C apresentou correlações maiores e mais robustas, comparado às demais variáveis (TABELA 3). Ainda dentro destas, a CC e

o IMC, com um pouco menos de robustez, apresentaram correlações significativas com o %GC. Com as mulheres, por sua vez, a CC foi a variável que mais bem apresentou correlação com o %GC.

TABELA 3: CORRELAÇÃO ENTRE OS PARES DE VARIÁVEIS DA AMOSTRA, SEGUNDO O SEXO

Pares de variáveis	Masculino			Feminino		
	N	Correlação (r)	Sig.	N	Correlação (r)	Sig.
%GC x MCT	257	0,589	0,000	144	0,496	0,000
%GC x IMC	257	0,705	0,000	144	0,659	0,000
%GC x CC	257	0,828	0,000	144	0,709	0,000
%GC x IRCQ	257	0,472	0,000	144	0,207	0,013
%GC x Índice C	257	0,840	0,000	144	0,541	0,000

A seguir, na TABELA 4, é apresentado o cruzamento dos indicadores antropométricos entre eles mesmos, independentemente da correlação com o padrão-ouro (pesagem hidrostática).

TABELA 4: CORRELAÇÃO ENTRE OS INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS DA AMOSTRA, SEGUNDO O SEXO

Pares de variáveis	Masculino			Feminino		
	N	Correlação (r)	Sig.	N	Correlação (r)	Sig.
IMC x CC	257	0,894	0,000	144	0,816	,000
IMC x Índice C	257	0,623	0,000	144	0,339	,000
IMC x IRCQ	257	0,515	0,000	144	-0,576	,000
CC x Índice C	257	0,878	0,000	144	0,780	,000
CC x IRCQ	257	0,570	0,000	144	-0,115	,172
Índice C x IRCQ	257	0,586	0,000	144	0,345	,000
MCT x IMC	257	0,851	0,000	144	0,799	,000
MCT x CC	257	0,864	0,000	144	0,763	,000
MCT x Índice C	257	0,551	0,000	144	0,240	,004
MCT x IRCQ	257	0,353	0,000	144	-0,358	,000

Além disso, nos homens, as principais correlações foram as que apresentaram a CC como uma das variáveis, ora com o IMC; com o Índice C e com a MCT, além do

IMC com MCT. O valor positivo e elevado da correlação que envolveu o IMC e a MCT justifica-se pela questão da massa corporal ser empregada no cálculo de tal indicador. Por sua vez, a CC revelou-se bastante sensível quando relacionado aos demais indicadores. Nas mulheres houve, praticamente, uma repetição dos resultados apresentados nos homens com um pouco menos de robustez na correlação.

5. Discussão e conclusões

Estudos semelhantes buscando associar indicadores antropométricos simples a técnicas mais refinadas de avaliação da composição corporal têm sido realizados dentro e fora do Brasil.

Taylor et al.³² compararam a CC, o IRCQ e o índice C com o DXA em 278 meninas e 302 meninos, com idade entre três e dezenove anos. Verificaram uma associação superior da CC em relação ao índice C e deste ao IRCQ, quando comparados ao DXA, reforçando os achados desta pesquisa com a utilização da pesagem hidrostática.

Bose¹⁰⁸ avaliou a relação entre os indicadores de obesidade abdominal – IRCQ, índice C, com a adiposidade subcutânea em britânicos e imigrantes paquistaneses, encontrando a influência da etnia na deposição da gordura corporal.

Uma comparação entre as frações das dobras cutâneas subescapular e tríceps, abdômen e tríceps, gordura centrípeta, IRCQ e índice C, controlados pelo IMC, encontrou associação significativa com o aumento da idade¹⁰⁹.

Perez, Landaeta-Jimenez & Vasques¹¹⁰ realizaram pesquisa buscando comparar o índice C com o IRCQ, em 784 meninos e 735 meninas venezuelanos. Observaram

uma maior eficiência do índice C na captura e distribuição da amostra em geral, mostrando-se mais sensível que o IRCQ na avaliação da gordura central.

Ribeiro et al.¹¹¹ correlacionaram o IRCQ, o índice C, a CC com a densidade corporal via pesagem hidrostática, numa amostra composta por trinta mulheres. Corroborando com os achados da pesquisa ora realizada, encontraram correlações significativas entre CC e índice C com a pesagem hidrostática, sendo esta superior na primeira. Uma vez mais, o IRCQ não representou um bom preditor de gordura visceral.

Em sendo a pesagem hidrostática o padrão-ouro da composição corporal e método de avaliação da obesidade geral, observa-se, nesta pesquisa e na citada anteriormente, uma relação apenas razoável entre a localização específica da gordura e os indicadores de obesidade, segundo o gênero em análise. Nas mulheres, mais do que nos homens, a prevalência da gordura ginecóide parece ter uma maior influência neste comportamento.

Do exposto acima, entende-se que o acréscimo de gordura corporal, independentemente do sexo, deva provocar o subsequente aumento nos depósitos na região visceral, sendo este o principal motivo de correlacionarem-se robusta e significativamente o %GC e a CC, no presente estudo. Os valores desta circunferência, no entanto, se operam como valores brutos sem nenhuma classificação quanto aos níveis de obesidade e/ou ao risco de doenças coronarianas.

O índice C, que nos homens apresentou os maiores valores de correlação, não repetiu o mesmo desempenho nas mulheres. Apesar de servir como correção para a estatura na medida da gordura corporal total, não se mostrou igualmente eficiente quando aplicado ao sexo feminino. Mais uma vez acredita-se que o padrão de distribuição da gordura corporal das mulheres possa ser o responsável pela correlação mais fraca, mascarando a sensibilidade do índice C à gordura corporal geral. Em função

da mensuração da circunferência abdominal, este representa um bom avaliador de padrões de acúmulo de gordura andróide ou central, que não representa a típica obesidade feminina, comumente localizada na região das coxas.

A relevância deste estudo e sua particular motivação justificam-se pelas características da instituição – Exército Brasileiro. Por ser de âmbito nacional, e, sobretudo, por ser integrado por cidadãos brasileiros, de ambos os sexos e de todas as regiões do território pátrio, representa uma fatia bastante constitutiva da sociedade de nosso país.

Nesse ínterim, para o Fundo de Saúde do Exército (FuSEx), o conhecimento do estado nutricional de seus integrantes, avaliado por meio de um indicador antropométrico de base populacional, constitui um valioso instrumento que pode representar significativa economia de gastos no tratamento de doenças, além da possibilidade de adoção de política preventiva dos demais fatores derivados da obesidade. Assim, além da formulação de novas estratégias de programas de saúde, novos modelos de intervenção que configurem formas de atuação voltadas para a alteração das estruturas podem ser determinados. A base da produção desta pesquisa que engloba o perfil antropométrico do EB, constituído por distintos grupos sociais, articula os conhecimentos teóricos aos instrumentos técnicos, de maneira que seja promovido o equilíbrio entre a necessidade de intervenção das práticas de saúde e a autonomia e conscientização dos profissionais militares acerca de seus problemas e soluções. Atualmente, para a avaliação do nível de obesidade e dos riscos dela decorrentes, o EB emprega o IMC, que segundo os dados deste estudo, apresentou valores correlacionais com a pesagem hidrostática inferiores ao índice C e à CC em homens e inferiores à CC em mulheres. Ao menos para a população masculina, parece ser interessante a adoção do índice C, pela inclusão da circunferência abdominal plotada

sobre a estatura. A sensibilidade aparente trazida pelo índice C, quando comparado ao IMC, poderia justificar gastos adicionais na avaliação populacional do EB, em função da necessidade de mensuração da circunferência abdominal. Cabem, desta forma, estudos adicionais que permitam não só a interpretação e a classificação dos valores do índice C, como também a determinação da associação deste indicador antropométrico com o risco de doenças cardiovasculares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Tábuas Completas de Mortalidade. www.ibge.org.br (acessado em 07/Dez/2004).
- 2- Engstrom EM, organizador. SISVAN – instrumento para o combate aos distúrbios nutricionais em serviço de saúde: o diagnóstico nutricional. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 2002.
- 3- Martinez EC. Fatores de Risco de Doenças Ateroscleróticas Coronarianas em Militares da Ativa do Exército Brasileiro com idade superior a 40 anos [Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz; 2004.
- 4- Brasil, Ministério da Saúde. Divisão Nacional de Epidemiologia. Brasília. CENEA/FNS/MS. Informe Epidemiológico do SUS, 1998.
- 5- De Rose EH, Pigatto E, De Rose RCF. Cineantropometria, educação física e treinamento desportivo. Rio de Janeiro: MEC; 1984.
- 6- Després JP, Lemieux I, Prud'Homme D. Treatment of obesity: need to focus on high risk abdominally obese patients. *BMJ*. 2001; 322:716–20.
- 7- Smith HL, Willius FA. Adiposity of the heart. *Ach Intern Med*. 1933; 52: 911-31.
- 8- Gigante D, Barros F, Post C, Olinto M. Prevalência de obesidade em adultos e seus fatores de risco. *Revista de Saúde Pública*. 1997; 31:236-46.
- 9- Sichieri R. *Epidemiologia da obesidade*. Rio de Janeiro: EdUERJ; 1998.
- 10- WHO (World Health Organization) Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneve: WHO Technical Report Series, 894, 2000.

- 11- Kumanyika SK. Minisymposium on obesity: overview and some strategic considerations. *Annual Review of Public Health*. 2001; 22:293-308.
- 12- ABESO (Associação Brasileira de Estudos sobre Obesidade), 2001. I Consenso Latino Americano de Obesidade. 2001. <http://www.abeso.org.br> (acessado em 19/Dez/2004).
- 13- Mondini L, Monteiro CA. Mudanças no padrão de alimentação. In: Monteiro CA, organizador. *Velhos e novos males da saúde do país*. São Paulo: HUCITEC/NUPENS/USP; 2000.
- 14- Popkin BM. The nutrition transition and obesity in the developing world. *Journal of Nutrition*, n. 131, p. 871-3S, 2001.
- 15- Bonow RO, Eckel RH. Diet, obesity, and cardiovascular risk. *New England Journal of Medicine*. 2003; 348:2057-8.
- 16- Gutiérrez-Fisac JL, Regidor E, García EL, Banegas JRB, Artalejo FR. La epidemia de obesidad y sus factores relacionados: el caso de España. *Cadernos de Saúde Pública*. 2003; 19:S101-10.
- 17- Katch FI, McArdle WD. *Nutrição, exercício e saúde*. 4. ed. Rio de Janeiro: Medsi; 1996.
- 18- Federação Latino-Americana de Sociedades de Obesidade. Documento do Consenso Latino Americano sobre Obesidade. Rio de Janeiro: ABESO; 1998.
- 19- Seidell JC, Flegal KM. Assessing obesity: classification and epidemiology. *Br Med Bull*. 1997; 53:238 –52.
- 20- Flegal KM, Carrol MD, Kuczmarski RJ, Johnson CL. Overweight and obesity in the United States: prevalence and trends, 1960–1994. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998; 22: 39–47.
- 21- Kotecki JE. Fat times – increased prevalence of overweighting among United States adults: and urgent need for understanding etiology, treatment, and prevention. *ICHPER-SD Journal*. 1997; 33(2):8-13.

- 22- WHO (World Health Organization). Obesity and overweight. 1997. <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/facts/en/> (acessado em 18/Jun/2004).
- 23- Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e desempenho. São Paulo: Manole; 2000.
- 24- Coitinho DC, Leão M, Recine E, Sichieri R. Condições naturais da população brasileira: adultos e idosos. Brasília: Ministério da Saúde-INAN; 1991.
- 25- Costa RF. Avaliação da composição corporal. CD-ROM. Santos: FCA Multimedia; 1999.
- 26- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2002-2003). www.ibge.org.br (acessado em 24/Jan/2005).
- 27- Foss ML, Keteyian SJ. FOX – Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
- 28- Pi-Sunyer FX. Health implications of obesity. American Journal of Clinical Nutrition. 1991; 53:S1595-603.
- 29- Björntorp P. Visceral obesity: a “civilization syndrome”. Obesity Research. 1993; 1:206-22.
- 30- Björntorp P. Classification of obese patients and complications related to the distribution of surplus fat. Nutrition. 1990; 6:131-7.
- 31- Lahti-Koski M. Body mass index and obesity among adults in Finland: trends and determinants [Dissertação acadêmica]. Helsinki: University of Helsinki; 2001.
- 32- Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. Am J Clin Nutr. 2000; 72(2):490-5.
- 33- Hermsdorff HHM, Monteiro JBR. Gordura Visceral, Subcutânea ou Intramuscular: Onde Está o Problema? Arq Bras Endocrinol Metab 2004; 48(6):803-11.

- 34- Hermsdorff HHM, Pelúzio MCG, Franceschini SCC, Priore SE. Evolução histórica dos valores de referência para perfil lipídico: o que mudou e por quê. *Rev Bras Nutr Clin* 2004; 19(2):86-93.
- 35- Lopes AS, Pires Neto CS. Composição corporal e equações preditivas da gordura em crianças e jovens. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. 1996; 1(4): 38-52.
- 36- Costa RF. *Avaliação Física*. São Paulo. Fitness Brasil Collection; 1996.
- 37- Bastarrachea-Sosa RA, Bouchard C, Stunkard A, Laviada-Molina H, Heymsfield SB. Symposium on obesity (First Part). *Revista Biomédica*. 1999; 10 (1): 33-55.
- 38- Heyward VH, Stolarczyk LM. *Avaliação da composição corporal aplicada*. São Paulo: Manole; 1996.
- 39- Welham WC, Behnke AR. The specific gravity of healthy men. *JAMA*. 1942; 118:498-501.
- 40- Pollock ML, Wilmore JH. *Exercícios na Saúde e na Doença*. 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi; 1993.
- 41- Ben-Noun L, Sohar E, Laor A. Neck Circumference as a Simple Screening Measure for Identifying Overweight and Obese Patients. *Obesity Research*. 2001; 9(8).
- 42- Heyward VH. *Advanced fitness assessment & exercise prescription*. 3th ed. Champaign: Human Kinetics; 1998.
- 43- Kiss MAPD, Böhme MTS, Regazzini M. Cinenatropometria. In: BARROS T, GHORAYEB N, organizadores. *O exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos*. São Paulo: Atheneu; 1999.
- 44- Nieman DC. *Exercício e saúde: como se prevenir de doenças usando o exercício como seu medicamento*. São Paulo: Manole; 1999.
- 45- Drinkwater DT, Ross WD. Anthropometric fraction of body mass. In: Ostyn M, Buenen G, Simons J. *Kinanthropometry II*. Baltimore: University Park Press, 1980.

- 46- Guedes DP. Composição corporal: princípios técnicas e aplicações. 2 ed. Londrina: APEF; 1994.
- 47- Machida J. Técnicas antropométricas para a estimativa da composição corporal [Dissertação de mestrado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1987.
- 48- Heyward VH. Advanced fitness assessment and exercise prescription. Champaign: Human Kinetics; 1991.
- 49- Lohman TG. Advances in Body Composition Assessment. Monograph Number 3. Champaign: Human Kinetics Publishers; 1992.
- 50- Malina RM. The measurement of body composition. In: Johnston FE et alli. Human physical growth and maturation: methodologies and facts. New York: Plenum Press; 1982.
- 51- Faulkner JA. Physiology of swimming and diving. In Falls H. Exercise physiology. Baltimore: Academy Press; 1968.
- 52- Jackson AL, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. British Journal. 1978; 40: 497-504.
- 53- Martin AD, Ross, MD, Drinkwater, DT, Clarys, JP. Prediction of body fat by skinfold caliper assumptions and cadaver evidence. International Journal of Obesity. 1985; 9(1):31-9.
- 54- Matiegka J. The testing of physical efficiency. American Journal of Physical Anthropology. 1921; 4(3):223-30.
- 55- Wang ZM, Pierson Jr RN, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body composition research. American Journal of Clinical Nutrition. 1992; 56:19-28.
- 56- Norton K, Olds T. Anthropometrica. Sidney: Southwood Press; 1996.
- 57- Malina RM. Bioelectric methods for estimating body composition: an overview and discussion. Human Biology. 1987; 59:329-35.

- 58- McLean KP, Skinner JS. Validity of Futrex-5000 for body composition determination. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1992; 24:253-8.
- 59- Guerra RLF, Botero JP, Dâmaso AR, Freitas Júnior IF. Métodos de avaliação da composição corporal. In: Dâmaso AR, organizador. *Nutrição e exercício na prevenção de doenças*. Rio de Janeiro: Medsi; 2001.
- 60- Pitanga FJG. Índice de conicidade: um novo método para avaliação da obesidade e distribuição da gordura corporal. *Revista Baiana de Educação Física*. 2000; 1(2):8-13.
- 61- Coniglio RI, Colombo O, Vasquez L, Salgueiro AM, Otero JC, Malaspina MM. Relación entre el índice de conicidad y los factores de riesgo lipoproteicos para la aterosclerosis coronaria. *Medicina*. 1997; 57(1):21-8.
- 62- Valdez R, Seidell JC, Ahn YI, Weiss KM. New Index of Abdominal adiposity as an indicator of risk for cardiovascular disease. A Cross-Population Study. *International Journal of Obesity*. 1993; 17:77-82.
- 63- Seidell JC, Verschuren M, Leer EM, Kromhout D. Overweight, underweight, and mortality – A prospective study of 48287 men and women. *Arch Intern Med*. 1996; 156:958-63.
- 64- Sjöström LV. Mortality of severely obese subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1992; 55:S516-23.
- 65- Wannamethee G, Sharper AG. Body weight and mortality in middle-aged British men: impact of smoking. *British Medical Journal*. 1989; 299:1497-1502.
- 66- Keys A. Longevity of man: relative weight and fatness in middle age. *Annals of Medicine*. 1989; 21:163-8.
- 67- Smalley KJ. Reassessment of body mass indices. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1990; 52:405.
- 68- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Nutrição para o desporto e exercício*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.

- 69- WHO (World Health Organization). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of WHO expert committee. WHO Report Series 854. Geneva, 1995.
- 70- Ghosh A, Bose K, Das Chaudhuri AB. Association of food patterns, central obesity measures and metabolic risk factors for coronary heart disease (CHD) in middle aged Bengalee Hindu men, Calcutta, India. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 2003; 12(2):166-71.
- 71- Després JP. et al. Loss of abdominal fat and metabolic response to exercise training in obese women. *American Journal of Physiology*. 1991; 261(24):E159-67.
- 72- Pereira RA, Sichieri R, Marins VMR. Razão cintura/quadril como preditor de hipertensão arterial. *Cadernos de Saúde Pública*. 1999; 15(2):333-44.
- 73- Lean ME, Han TS, Seidell JC. Impairment of health and quality of life in people with large waist circumference. *The Lancet*. 1998; 351:853-6.
- 74- NIH – National Institute of Health. Clinical guidelines on identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. The Evidence Report. Rockville; 1998.
- 75- Rexrode KM, Carey VJ, Hennekens CH, Walters EE, Colditz GA, Stampfer MJ, et al. Abdominal adiposity and coronary heart disease in women. *Journal of American Medical Association*. 1998; 280(21):1843-8.
- 76- Laukkanen JA, Lakka TA, Rauramaa R, Kuhanen R, Venäläinen JM, Salonen R, et al. Cardiovascular fitness as a predictor of mortality in men. *Archives of Internal Medicine*. 2001; 161:825-31.
- 77- Keenan NL, Strogatz DS, James SA, Ammerman AS, Rice BL. Distribution and correlates of waist-to-hip ratio in black adults: the Pitt County Study. *American Journal of Epidemiology*. 1992; 135(6):678-84.
- 78- Higgins M, Kannel W, Garrison R, Pinsky J, Stokes 3rd J. Hazards of obesity-the Framingham experience. *Acta Medica Scandinavica*. 1988; 723:23-36.
- 79- Haffner SM, Mitchell BD, Hazuda HP, Stern MP. Greater influence of central distribution of adipose tissue on incidence of non-insulin-dependent diabetes in women than men. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1991; 53:1312-7.

- 80- Dorn JM, Schisterman EF, Winkelstein W, Trevisan M. Body mass index and mortality in a general population sample of men and women. The Buffalo Healthy Study. *American Journal of Epidemiology*. 1997; 146:919-31.
- 81- Ellis KJ. Visceral fat mass in childhood: a potential early marker for increased risk of cardiovascular disease. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1997; 65:1887-8.
- 82- Gustat J, Elkasabany A, Srinivasan S, Berenson. Relation of abdominal height to cardiovascular risk factors in young adults: the Bogalusa Herat Study. *Am J Epidemiol*. 2000; 151(9):885-91.
- 83- Bray GA, Gray DS. Obesity. Part I – Pathogenesis. *Western J Med*. 1998; 149: 429-41.
- 84- Valdez R. A simple model-based index of abdominal adiposity. *Journal of Clinical Epidemiology*. 1991; 44(9):955-6.
- 85- Pitanga FJG. Análise da associação e poder discriminatório do índice de conicidade e outros indicadores antropométricos de obesidade com o risco coronariano em adultos na cidade de Salvador-BA [Tese de Doutorado]. Salvador: Universidade Federal da Bahia; 2004.
- 86- Bose K, Mascie-Taylor CGN. Conicity index and waist-hip ratio and their relationship with total cholesterol and blood pressure in middle-age European and migrant Pakistani men. *Annals of Human Biology*. 1998; 25(1):11-6.
- 87- Richelsen B, Pedersen SB. Associations between different anthropometric measurements of fatness and metabolic risk parameters in non-obese, healthy, middle-aged men. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1995; 19(3):169-74.
- 88- Pinheiro-DaCunha, RS, Silva RF, Martins MEA, Zary JCF, Bezerra MLS, Leal LFT, et al. Correlação do índice de massa corporal e do índice de conicidade com a composição corporal em militares de 18 a 25 anos do Exército Brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA DO ESPORTE. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 16, 2003, Florianópolis. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte, 2003; 9:S33.
- 89- Pitanga FJG, Lessa I, Araújo MJ, Magalhães L. Associação entre Índice de Conicidade e Níveis de Glicose Plasmática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EPIDEMIOLOGIA, 5., 2002, Curitiba. *Resumos...* Rio de Janeiro: ABRASCO; 2002. p. 360.

- 90- Pitanga FJG, Lessa I. Associação entre índice de conicidade e hipertensão arterial sistólica em adultos na cidade de Salvador-BA. In: CONGRESSO DE CARDIOLOGIA DO ESTADO DA BAHIA, 14, 2002, Salvador. Anais... Salvador: Sociedade Brasileira de Cardiologia; 2002. p. 25.
- 91- Pitanga FJG, Lessa I. Associação entre índice de conicidade e hipertensão arterial sistólica em adultos na cidade de Salvador-BA. Revista Baiana de Educação Física. 2002; 3(1):27-31.
- 92- Pitanga FJG, Lessa I. Análise da sensibilidade e especificidade entre índice de conicidade, índice de massa corporal e hiperglicemia em adultos de ambos os sexos. In: CONGRESSO DE CARDIOLOGIA DO ESTADO DA BAHIA, 15, 2003, Salvador. Anais... Salvador: Sociedade Brasileira de Cardiologia; 2003. p. 13.
- 93- Pitanga FJG, Lessa I. Indicadores antropométricos de obesidade como instrumento de triagem para risco coronariano elevado em adultos na cidade do Salvador-Bahia. In: CONGRESSO DE CARDIOLOGIA DO ESTADO DA BAHIA, 16, 2004, Salvador. Anais... Salvador: Sociedade Brasileira de Cardiologia; 2004.
- 94- Kim KS; Owen WL; Williams D; Adams-Campbell LL. A comparison between BMI and Conicity index on predicting coronary heart disease: the Framingham Heart Study. *Ann Epidemiol.* 2000; 10(7):424-31.
- 95- Pitanga FJG, Lessa I. Associação entre indicadores antropométricos de obesidade e risco coronariano em adultos na cidade de Salvador-BA. In: II ENCONTRO BRASILEIRO DE FISILOGIA DO EXERCÍCIO, 2004, Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício... Rio de Janeiro: SBFEX; 2004.
- 96- Pitanga FJG, Lessa I. Sensibilidade e especificidade do índice de conicidade como discriminador do risco coronariano de adultos em Salvador, Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia.* 2004; 7(3):1-11.
- 97- Behnke AR, Feen BG, Welham WC. The specific gravity of healthy men. *JAMA.* 1942; 118:495-8.
- 98- Petroski EL, Pires Neto CS. Análise do peso hidrostático nas posições sentada e grupada em homens e mulheres. Santa Maria: Kinesis; 1992.
- 99- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density. In: Brozek J, Henschel A, organizadores. *Techniques for measuring body composition.* Washington D.C.: National Academy of Sciences National Research Council; 1961.

- 100- Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric análisis of body composition: revision of some quantitative assumptions. NY Acad Sci. 1963; 110, Part I:113-40.
- 101- Rathbun EN, Pace N. Studies on body composition. J Biol Chem. 1945; 158: 667-76.
- 102- O'Connor JS, Bahrke MS, Tetu RG. Active Army Physical Fitness Survey. Military Medicine. 1988; 155(12):579-85.
- 103- Brasil, Estado-Maior do Exército, C 20-20 Manual de Treinamento Físico Militar. Brasília: EGGCF; 2002.
- 104- Katch FI. Apparent Body Density and Variability during Underwater Weighing. Res. Quarterly, 1968.
- 105- Behnke AR, Wilmore J. Evaluation and regulation of body build and composition. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, Inc; 1974.
- 106- Buskirk ER. Underwater weighing and body density: a review of procedures. In: Brozek J, Henschell A, organizadores. Techniques for measuring body composition. Washington, DC: National Academy of Sciences Nacional Research Council; 1961.
- 107- Goldman HI, Becklake MR. Respiratory Function Tests; Normal Values of Medium Altitudes and the Prediction of Normal Results. Am. Rev. Respir. Dis. 1959.
- 108- Bose K. The interaction of waist-hip ratio and conicity index with subcutaneous adiposity in two ethnic groups: native British and migrant Pakistani men. Anthropol Anz. 2001; 59(3): 275-82.
- 109- Bose K. Age trends in adiposity and central body fat distribution among adult white men resident in Peterborough, East Anglia, England. Coll Antropol. 2002; 26(1):179-86.
- 110- Perez B, Landaeta-Jimenez M, Vasquez M. Fat distribution in Venezuelan children and adolescents estimated by conicity index and waist/hip ratio. Am J Hum Biol. 2002; 14(1):15-20.

- 111- Ribeiro JC, Taparica JN, Tinoco MR, Machado AO, Monteiro AB, Pires Neto CS. Correlação dos índices relação cintura quadril, conicidade e circunferência da cintura com a densidade corporal via peso hidrostático. *Revista de Educação Física*. 2005; 132:80.