

LUIZ FERNANDO NOVACK

**“PROPOSIÇÃO DE EQUAÇÕES PARA A ESTIMATIVA DA
GORDURA CORPORAL EM FUTEBOLISTAS”**

Projeto de Dissertação de Mestrado realizado como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação Física, no Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

LUIZ FERNANDO NOVACK

**“PROPOSIÇÃO DE EQUAÇÕES PARA A ESTIMATIVA DA
GORDURA CORPORAL EM FUTEBOLISTAS”**

Projeto de Dissertação de Mestrado apresentado como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação Física, no Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Raul Osiecki



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
Departamento de Educação Física
Programa de Pós Graduação
Mestrado/Doutorado em Educação Física



TERMO DE APROVAÇÃO

LUIZ FERNANDO NOVACK

“Proposição de Equações Para a Estimativa da Gordura Corporal em Futebolistas”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física – Área de Concentração Exercício e Esporte, Linha de Pesquisa Fisiologia da Performance, do Departamento de Educação Física do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:

Professor Dr. Raul Osiecki (Orientador)
Departamento de Educação Física / UFPR

Professor Dr. Dartagnan Pinto Guedes
Membro Externo

Professor Dr. Sergio Gregório da Silva
Membro Interno

Curitiba, 24 de Março de 2011

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Raul Osiecki, orientador deste estudo, pela dedicação, amizade e grande profissionalismo.

Aos atletas participantes como amostra no estudo.

A minha família, pai (*in memorian*), mãe, irmão, pelo apoio dado a este estudo.

A todos os colegas de laboratório (CEPEFIS), em especial Fabiano Salgueirosa, Vitor Bertoli Nascimento, Sara Hernandez, Luis Felipe Borba Carignano, Larissa Bobroff Daros, Ricardo Cunha, Rogério Manoel da Silva Filho e André Fornaziero pela imensa ajuda dada durante esse período.

A clinica CETAC, em especial ao Dr. Guilherme Guiss Maciel, Sra. Rosana Braganholo e Edna.

A todos os colegas de trabalho na academia Life Fitness e Stark, em especial a Marcelo Briguento e Oldemar Briguento e Carla Bernardi.

Aos professores Renan Maximiliano Fernandes Sampedro, Sergio Gregório da Silva, Dartagnan Pinto Guedes pela ajuda na qualificação deste estudo.

A todos os meus amigos em especial Leando Kazorowski, Adriano Mendes de Euriques (*in memorian*), Vitor Redes e Christiano Vieira pela ajuda e companheirismo.

A minha namorada Juliana Fuzetto, por ter paciência e sempre me apoiar durante esse período.

A todos os professores e amigos que de maneira direta ou indireta ajudaram e torceram pela conclusão deste estudo.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	V
LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE ABREVIATURAS.....	VII
DEFINIÇÃO DE TERMOS	IX
RESUMO.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 JUSTIFICATIVA	1
1.2 PROBLEMA.....	3
1.3 HIPÓTESES	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 OBJETIVO GERAL	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.5 DELIMITAÇÕES	4
1.6 LIMITAÇÕES	4
2.0 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 PRESSUPOSTOS DA COMPOSIÇÃO CORPORAL	5
2.2 COMPOSIÇÃO CORPORAL EM ATLETAS.....	12
2.3 EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS PARA A ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL EM ATLETAS.....	16
2.4 ABSORTOMETRIA DE RAIOS-X DE DUPLA ENERGIA (DXA).....	18
3.0 MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1 DESIGN DO ESTUDO	24
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA	25
3.2.1 TERMO DE CONSENTIMENTO PRÉ-INFORMADO.....	25
3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS	25
3.3.1 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	26
3.3.1.1 AVALIAÇÃO DA ESTATURA E PESO CORPORAL.....	27
3.3.1.2 AVALIAÇÃO DAS CIRCUNFERÊNCIAS.....	27
3.3.1.3 AVALIAÇÃO DOS DIÂMETROS ÓSSEOS	28
3.3.1.4 AVALIAÇÃO DA ESPESSURA DE DOBRAS CUTÂNEAS.....	30
3.3.1.5 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL COM O DXA	31
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	32
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 EQUAÇÕES PARA A ESTIMATIVA DA GORDURA CORPORAL EM FUTEBOLISTAS	34
4.2 VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES PARA A ESTIMATIVA DA GORDURA CORPORAL EM FUTEBOLISTAS	41
5.0 CONCLUSÃO	48
7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

8.0 ANEXOS	56
ANEXO 1 - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS	56
ANEXO 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	57
ANEXO 3 – ERRO TÉCNICO DE MEDIDA (ETM) INTRA-AVALIADOR.....	59
ANEXO 4 - FICHA DE ANOTAÇÃO PARA AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	60
ANEXO 5 - MODELO DE LAUDO DA AVALIAÇÃO DXA	62

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: REFERÊNCIA, EQUAÇÕES, COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO, COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO E ERRO PADRÃO ESTIMADO ORIGINAL DAS EQUAÇÕES UTILIZADAS EM ESTUDOS DE VALIDAÇÃO.....	9
TABELA 2: PERFIS DE GORDURA CORPORAL DE JOVENS ATLETAS ADULTOS EM ESPORTES SELECIONADOS.....	14
TABELA 3: CARACTERÍSTICAS DESCRITIVAS DA AMOSTRA (N=31).....	37
TABELA 4: EQUAÇÕES ESPECÍFICAS PARA A PREDIÇÃO DO COMPONENTE DE GORDURA EM FUTEBOLISTAS.....	39
TABELA 5: RESULTADOS DOS CRITÉRIOS DE VALIDAÇÃO DAS EQUAÇÕES.....	43
TABELA 6: EQUAÇÕES VALIDADAS PELO DXA.....	45

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DO EQUIPAMENTO DE DXA.....	20
FIGURA 2 – ESQUEMA DO DESIGN DE ESTUDO	24
FIGURA 3 – MEDIDA DA CIRCUNFERÊNCIA DE PANTURRILHA.....	28
FIGURA 4 – MEDIDA DO DIÂMETRO ÓSSEO BIEPICONDILIANO DO FÊMUR.....	29
FIGURA 5 – MEDIDA DA DOBRA CUTÂNEA DE PEITO.....	31
FIGURA 6 – EXAME DE DXA.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS

%G	Percentual de gordura
°	Graus
AB	Dobra cutânea de abdômen
AX	Dobra cutânea axilar média
BI	Dobra cutânea de bíceps
CAB	Circunferência de abdômen
CAT	Circunferência de antebraço
CBF	Confederação Brasileira de Futebol
CBR	Circunferência de braço
CETAC	Centro de Diagnóstico por Imagem
Cm	Centímetro
cm/s	Centímetro por segundo
cm/s	Centímetro por segundo
CPÇ	Circunferência de pescoço
CTZ	Circunferência de tornozelo
CX	Dobra cutânea de coxa medial
CXP	Dobra cutânea de coxa proximal
Dc	Densidade corporal
DP	Desvio-padrão
DXA	Absortometria de Raios-x de Dupla Energia
EC	Erro constante
EPE	Erro padrão de estimativa
EST	Estatura
ET	Erro total
ETM	Erro técnico de medida
g/cm ³	Gramas por centímetro cúbico
g/mL	Gramas por mililitro
g/mm ²	Gramas por milímetro quadrado
ID	Idade
IMC	Índice de massa corporal
Kg	Quilograma

Kg/m ²	Quilograma por metro quadrado
kJ/km	Quilojoule por Quilometro
Km	Quilometro
LO ₂ /kg	Litro de oxigênio por kilograma
MCM	Massa corporal magra
MIG	Massa isenta de gordura
Mm	Milímetro
mREM	Mili Roentgen Equivalent Man
PH	Pesagem Hidrostática
PM	Dobra cutânea de panturrilha média
PT	Dobra cutânea de peito
R	Coefficiente de correlação
R ²	Coefficiente de determinação
R ² _a	Coefficiente de determinação ajustado
SE	Dobra cutânea subescapular
SI	Dobra cutânea supra-ilíaca
t	Teste “t”
TR	Dobra cutânea de tríceps
VO ₂	Consumo de oxigênio

DEFINIÇÃO DE TERMOS

- Absortometria de Raios-x de Dupla Energia (DXA) - método originalmente desenvolvido para analisar a densidade óssea do corpo, posteriormente adaptado para efetuar a análise da composição corporal possibilitando realizar a medida de três componentes: gordura, mineral ósseo e massa isenta de gordura.
- Antropometria - método de avaliação da composição corporal não invasivo, de simples e rápida execução, razoável reprodutibilidade e baixo custo. Pode ser usado regularmente no acompanhamento dos processos de treinamento de um atleta.
- Circunferência - medida em volta de um corpo ou segmento deste. É mensurada em mm com instrumento especial (fita antropométrica) em pontos anatômicos particulares.
- Composição corporal - quantificação dos principais componentes estruturais do corpo humano: massa de gordura, massa óssea e massa isenta de gordura.
- Conteúdo mineral ósseo - quantidade mensurada de mineral contido em uma determinada projeção de um osso ou todos os ossos do corpo.
- Densidade corporal – relação da massa sobre o volume ($D = m/v$). Em estudos de composição corporal, é a relação do peso total pelo seu volume ($D = \text{peso}/\text{volume}$).
- Diâmetros ósseos – distância entre duas estruturas de um determinado osso, localizada transversalmente. É mensurada (mm) com instrumento especial (paquímetro) em pontos anatômicos particulares.
- Dobra cutânea - dobra de duas camadas de pele e duas de tecido adiposo subcutâneo. É mensurada (mm) com instrumentos especiais (adipômetro ou plicômetro) em pontos anatômicos particulares.

- Equações antropométricas – modelos matemáticos desenvolvidos para prever a composição corporal a partir de medidas antropométricas.
- Equações específicas – modelos matemáticos desenvolvidos para prever a gordura corporal a partir de populações homogêneas em idade, nível de aptidão física, etnia e composição corporal.
- Equações generalizadas - modelos matemáticos desenvolvidos para prever a gordura corporal a partir de populações heterogêneas em idade, nível de aptidão física, etnia e composição corporal.
- Gordura corporal - quantidade mensurada (kg) de tecido de gordura absoluto da massa corporal total.
- Massa corporal magra - refere-se a uma fração da massa corporal que inclui os ossos, músculos, pele, água, órgãos e gordura essencial.
- Massa isenta de gordura – refere-se a uma fração da massa corporal que não é gordura, incluindo os ossos, músculos, pele, água, órgãos e etc.
- Massa muscular - quantidade mensurada (kg) de tecido muscular absoluto da massa corporal total.
- Massa óssea - quantidade mensurada (kg) de tecido ósseo absoluto da massa corporal total.
- Massa residual – quantidade mensurada (kg) de tecido conjuntivo, sanguíneo, músculos não esqueléticos e vísceras.
- Percentual de gordura - quantidade mensurada (%) de tecido de gordura corporal e os lipídios essenciais relativos a massa corporal total.

- Pesagem hidrostática - técnica utilizada pela Física e pela análise da composição corporal para a determinação da densidade de um corpo.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo propor equações para prever o componente de gordura em futebolistas, utilizando medidas antropométricas, tendo como indicador de referência informações associadas aos procedimentos de Absortometria de Raios-X de Dupla Energia (DXA). Participaram do estudo 31 futebolistas profissionais do gênero masculino vinculados a equipes da cidade de Curitiba e apresentavam em média idade $21,48 \pm 3,38$ anos, massa corporal $79,05 \pm 9,49$ kg, estatura $181,97 \pm 8,11$ cm e gordura corporal $13,68 \pm 4,22$ %. Os atletas foram submetidos a avaliação das medidas antropométricas de peso corporal, estatura, circunferências, diâmetros ósseos, espessura de dobras cutâneas e exame de DXA como referência. Para o desenvolvimento das equações para a estimativa da gordura corporal foi realizada a técnica de regressão múltipla (stepwise, forward e backward). A variável dependente foi considerada o percentual de gordura corporal obtido pelo método DXA, e as variáveis independentes foram as combinações e somatórios das variáveis antropométricas que atingiram mais alta correlação com a variável dependente, não menores que 0,70. Além disso, foi verificada a validade de 40 modelos matemáticos já existentes na literatura, utilizando-se dos critérios sugeridos na literatura (LOHMAN, 1992): determinação de correlação múltipla (R), teste “t” pareado, erro constante (EC), erro total (ET), erro padrão de estimativa (EPE). Para o desenvolvimento dos modelos matemáticos, dentre todas as medidas antropométricas coletadas, somente as dobras cutâneas de peito, axilar média, abdômen e coxa foram utilizadas como variáveis independentes por apresentarem correlação superior a 0,70 com a variável dependente (DXA). Todos os 12 modelos matemáticos desenvolvidos no presente estudo, principalmente os modelos lineares, parecem possuir a capacidade de prever a gordura corporal em futebolistas, porém antes de tal afirmação estas equações precisam ser validadas. Em relação a validação das 40 equações matemáticas já existentes na literatura, apesar de todas terem alcançado correlações fortes ou moderadas com o DXA, somente as equações Durnin & Rahman (1967): $1,161 - 0,0632 \text{ Log}(\text{BI} + \text{TR} + \text{SE} + \text{SI})$; Forsyth & Sinning (1973): $1,10647 - 0,00162(\text{SE}) - 0,00144(\text{AB}) - 0,00077(\text{TR}) + 0,000071(\text{AX})$; Durnin & Womersley (1974): $1,1620 - 0,0630 \text{ Log}(\text{TR} + \text{BI} + \text{SI} + \text{SE})$; $1,1631 - 0,0630 \text{ Log}(\text{TR} + \text{SE} + \text{SI} + \text{BI})$; $1,1360 - 0,0700 \text{ Log}(\text{SE})$ e $1,1575 - 0,0617 \text{ Log}(\text{TR} + \text{SE} + \text{SI})$ e Eston et al (2005): $4,05 + 0,52(\text{CX}) + 0,32(\text{SI})$ atenderam todos os critérios de validação e foram validadas pelo método DXA em relação a população estudada, apresentando valores baixos de EC (entre -0,80 e 0,89); ET ($\leq 3,5\%$) e valores aceitáveis de EPE ($\leq 3,5\%$).

Palavras chave: Equações; gordura corporal; futebolistas.

ABSTRACT

This study aimed to propose equations to predict body fat component specifically for use in soccer players using anthropometric measurements, with the benchmark information related to procedures of Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA). This study involved 31 male professional footballers who worked in clubs in the city of Curitiba and had average age of $21,48 \pm 3,38$ years, body mass $79,05 \pm 9,49$ kg, height $181,97 \pm 8,11$ and body fat $13,68 \pm 4,22\%$. The athletes were subjected to analysis of anthropometric measurements of weight, height, body circumferences, breadths, and skinfolds and DXA test as reference. To develop the equations for estimating body fat was performed multiple regression techniques. The dependent variable was considered the percentage of body fat obtained by DXA method, and the independent variables were the summations and combinations of anthropometric variables that reached the highest correlation with the dependent variable, not less than 0,70. In addition, we verified the validity of 40 mathematical models from the literature, using the criteria suggested by Lohman (1992): determination of multiple correlation (R), t-test paired, constant error (EC), total error (ET), standard error of estimate (EPE). For the development of mathematical models, of all collected anthropometric measurements, only the skinfold chest, midaxillary, abdomen and thigh were used as independent variables because they have more than 0,70 correlation with the dependent variable (DXA). All 12 mathematical models developed in this study, mainly linear models, seem to possess the ability to predict body fat in soccer, but before such a claim these equations need to be validated. Regarding the validation of 40 mathematical equations from the literature, despite all the equations have achieved moderate or strong correlations with DXA, only the equations Durnin & Rahman (1967): $1,161-0,0632 \text{ Log}(BI+TR+SE+SI)$; Forsyth & Sinning (1973): $1,10647-0,00162(SE)-0,00144(AB)-0,00077(TR)+0,000071(AX)$; Durnin & Womersley (1974): $1,1620-0,0630 \text{ Log}(TR+BI+SI+SE)$; $1,1631-0,0630 \text{ Log}(TR+SE+SI+BI)$; $1,1360-0,0700 \text{ Log}(SE)$; $1,1575-0,0617 \text{ Log}(TR+SE+SI)$ and Eston et al (2005): $4,05+0,52(CX)+0,32(SI)$ met all criteria for validation and method were validated by DXA in relation to population, with low values of EC (between -0,80 and 0,89), TE (<3,5%) and acceptable values of EPE (<3,5%).

Keywords: equations; body fat; soccer players.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

A estimativa precisa da composição corporal de atletas, especialmente atletas de elite, proporciona um componente importante em um programa de aptidão física, no controle do peso corporal, na manutenção de um alto nível de funcionamento fisiológico estando relacionada à saúde, qualidade de vida e performance física (GHORAYEB & BARROS, 2004).

Um dos métodos mais comuns de avaliar a composição corporal é o método antropométrico de espessura de dobras cutâneas. É baseado na idéia de que a uma medida representativa da camada de tecido adiposo subcutâneo, que se trata do maior depósito de gordura corporal, pode fornecer uma estimativa razoável da gordura corporal total (ESTON et al, 2005).

Nas áreas da saúde e do esporte a composição corporal tem sido tradicionalmente medida com o método antropométrico de espessura de dobras cutâneas, sobretudo por se tratar de um método com boa precisão, rápido, não invasivo e de baixo custo, permitindo ampla aplicação principalmente em estudos de campo (CYRINO et al, 2009).

A aplicação de equações antropométricas de maneira indiscriminada em vários grupos populacionais vem sendo questionada (REZENDE et al, 2006). Esta conduta pode causar erros na estimativa da composição corporal, devido ao fato da validade das equações serem limitadas as características da amostra utilizada em seu desenvolvimento (PETROSKI & PIRES-NETO, 1996). Características como gênero, idade, etnia, quantidade de gordura corporal e nível de atividade física influenciam de maneira importante a capacidade preditiva desses modelos matemáticos.

O nível de atividade física influencia diretamente o perfil da composição corporal. A prática de exercícios físicos é capaz de reduzir a quantidade de gordura corporal e aumentar ou preservar a massa magra. Quantidades reduzidas de gordura, achado comum em indivíduos com alto nível de atividade física, podem ser estimadas erroneamente, principalmente quando equações generalizadas são utilizadas. A necessidade de equações para grupos populacionais

específicos tem sido discutida, e a validade dos modelos matemáticos existentes tem sido estudada (REILLY et al, 2009).

Os modelos matemáticos desenvolvidos especificamente para atletas utilizam em suas amostras indivíduos praticantes de vários esportes, muitas vezes de características diferentes, o que pode ser a fonte de um erro sistemático na predição da composição corporal. Conforme McArdle, Katch & Katch (2008), as equações empregadas para a estimativa da gordura corporal precisam ser específicas em relação ao gênero, grupo etário e características morfológicas do avaliado.

A maioria dos modelos matemáticos encontrados na literatura foi desenvolvida com o método Pesagem Hidrostática como referencia. Atualmente, a disponibilidade de aparelhos de alta tecnologia como a Absortometria de Raios-X de Dupla Energia (DXA), vem ganhando espaço como método de referência na validação de outras técnicas de análise da composição corporal, como a bioimpedância elétrica (BRACCO et al, 1996; FORNETTI et al, 1999; MARQUES, HEYWARD & PAIVA, 2000; ESCO et al, 2010), antropometria (LÓPEZ et al, 1997; BOTTARO et al, 2002; BALL et al, 2004; ESTON et al, 2005; REILLY et al, 2009; CHAN et al, 2009; AMARAL et al, 2011) e Interactância de Infravermelho (FORNETTI et al, 1999).

Na literatura existem aproximadamente 100 equações antropométricas de estimativa da gordura corporal (GUEDES & SAMPEDRO, 1985), e provavelmente, outras serão desenvolvidas no futuro, mas até o presente momento, não se verificou uma equação específica para futebolistas profissionais brasileiros.

Dessa maneira, o presente estudo justifica-se a partir da necessidade de ajustar um modelo matemático para mensurar a gordura corporal em atletas de futebol, por meio do método antropométrico de espessura de dobras cutâneas e exame de DXA como referencia, com o intuito de obter um resultado mais preciso sobre a quantidade de gordura real.

Acredita-se, que propor equações matemáticas que possam ser utilizadas em futebolistas profissionais seja uma contribuição científica positiva para avaliar a composição corporal desses atletas.

1.2 Problema

O presente estudo pretende propor equações matemáticas para predição do componente de gordura corporal, para serem aplicadas em futebolistas.

Sabe-se que ao utilizar modelos matemáticos não desenvolvidos especificamente para futebolistas, podem resultar em valores de percentual de gordura que não expressam a quantidade de gordura real.

Dessa forma, a elaboração de equações que atendessem às especificidades do futebol seria uma contribuição importante para o processo de avaliação da composição corporal de futebolistas.

1.3 Hipóteses

- Hipótese Verdadeira: As equações matemáticas propostas para futebolistas apresentam condições de predizer o percentual de gordura obtido por meio de medidas antropométricas.
- Hipótese Nula: As equações antropométricas propostas para futebolistas não apresentam condições de predizer o percentual de gordura obtido por meio de medidas antropométricas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Propor equações matemáticas direcionadas a estimativa do componente de gordura corporal especificamente para a utilização em futebolistas.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Propor equações matemáticas utilizando-se de medidas antropométricas para predição da gordura corporal e método DXA como referencia.
- Validar modelos matemáticos externos encontrados na literatura, tendo como indicador de referência o exame de DXA.

1.5 Delimitações

Este estudo possui as seguintes delimitações:

- A amostra a ser estudada foi delimitada em 31 atletas profissionais de futebol do gênero masculino, na faixa etária entre 18 e 32 anos, que atuam em equipes da cidade de Curitiba e disputam o Campeonato Brasileiro da primeira ou segunda divisão;
- A amostra utilizada foi constituída por atletas voluntários, sem problemas de saúde aparente, que se encontram em atividade futebolística.

1.6 Limitações

As seguintes limitações são assumidas neste estudo:

- Seleção dos sujeitos de maneira intencional;
- Impossibilidade de estratificação da amostra pela etnia;
- Alto custo do exame de DXA;

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pressupostos da Composição Corporal

A composição corporal é a quantificação dos principais componentes estruturais do corpo humano (MALINA, 1969), sendo eles: músculo, osso e gordura (McARDLE; KATCH & KATCH, 2008). O tamanho e a forma do corpo são determinados basicamente pela carga genética do indivíduo (genótipo), embora o meio ambiente e o estilo de vida (fenótipo) tenha papel de grande importância (MALINA, 1969).

De acordo com Lukaski et al (1987), numerosos estudos enfocam a composição corporal e a melhor maneira de quantificar seus componentes. A maioria das metodologias divide o corpo em dois compartimentos distintos: massa de gordura e massa magra. O avanço da tecnologia possibilitou aos cientistas ampliar o modelo de dois componentes de forma a fragmentar o peso corporal em três componentes distintos: massa isenta de gordura, osso e gordura; ou quatro componentes: água, proteína, mineral ósseo e gordura.

Existem vários métodos de avaliar a composição corporal, dentre eles os métodos considerados diretos, indiretos e duplamente indiretos (BRODOWICZ et al, 1994).

O único método direto ou "*in vitro*" é a dissecação de cadáveres. Trata-se de um método limitado devido à impossibilidade de realizar em indivíduos vivos (LEAN, AHN & DEURENBERG, 1996).

Segundo Ittenbach (2006), dentre os métodos indiretos ou "*in vivo*" podemos mencionar o DXA, Pesagem Hidrostática, Ressonância Magnética e Pletismografia. Muitos destes métodos são sofisticados e de alta confiabilidade, porém são aplicáveis a poucos sujeitos devido a sua complexidade, necessidade de profissionais especializados para operar os equipamentos, tempo considerável para a realização do procedimento e custo elevado.

Brodowicz et al (1994) destaca como métodos duplamente indiretos as medidas antropométricas e Bioimpedância elétrica.

De acordo com Lorenzo et al (1998), alguns pesquisadores têm afirmado que não existe um método considerado como "padrão ouro" ou "gold

standart” no que se refere à análise da composição corporal. Tradicionalmente o modelo de dois componentes proposto por Siri (1961) e Brozek et al (1963), que separam a massa corporal em Massa de Gordura e Massa Magra, têm sido usado para obter medidas de referência de composição corporal.

Estes modelos utilizam-se da Pesagem Hidrostática, que se trata de um método válido e amplamente utilizado para avaliar a densidade corporal que posteriormente pode ser transformado em percentual de gordura utilizando equações matemáticas. O indivíduo é totalmente submerso na água, em um tanque ou piscina, para que seja realizada sua pesagem subaquática. Proporciona estimativa da densidade corporal baseado no princípio de Arquimedes, que quando um corpo é imerso em água, ele é elevado por uma força equivalente ao peso do volume da água deslocado (MCARDLE, KATCH & KATCH, 2008).

Dentre as limitações da Pesagem Hidrostática estão: o fato de ser derivada de pesquisas envolvendo poucos cadáveres, necessidade de grande cooperação dos avaliados, adaptação aquática dos indivíduos e determinação do volume residual dos pulmões. Assume valores de densidade 0,90 g/mL para a Massa de Gordura e 1,10 g/mL para a Massa Magra, e as proporções e densidades dos componentes que constituem a Massa Corporal Magra (água, proteínas e sais minerais) são consideradas constantes para todos os indivíduos (DALE & HEYWARD, 2001).

O pressuposto de constância nos valores de densidade dos componentes constituintes da Massa Corporal Magra torna-se uma limitação, quando os métodos baseados no modelo de dois componentes são utilizados em indivíduos que possuem alterações na Massa Corporal Magra, estas podem ocorrer com o envelhecimento, doença, etnia e treinamento físico (CLASEY et al, 1999), causando variações na densidade da Massa Corporal Magra, podendo resultar em um erro sistemático na estimativa da gordura corporal (BOTARO et al, 2002).

Os métodos duplamente indiretos estão geralmente relacionados às medidas antropométricas: massa corporal, estatura, circunferências, diâmetros ósseos e espessura de dobras cutâneas. Estas medidas podem ser aplicadas a uma grande quantidade de pessoas com baixo custo, rapidez, simplicidade e relativa facilidade, porém precisam ser validados tomando como referência os métodos indiretos (GLANER & RODRIGUEZ-ANEZ, 1999a).

A técnica duplamente indireta mais utilizada é a mensuração da espessura de dobras cutâneas (REZENDE et al, 2006). Este método é baseado na idéia de que uma medida representativa da camada de tecido adiposo subcutâneo que é o maior depósito de gordura corporal pode fornecer uma estimativa razoável da gordura corporal total (ESTON et al, 2005), ou seja, estabelece uma relação entre a espessura do tecido subcutâneo medido em pontos anatômicos distintos e a quantidade de gordura corporal (JACKSON & POLLOCK, 1978).

Trata-se de uma técnica de simples execução e de razoável reprodutibilidade (SLOAN, 1967), demanda pouco custo e tempo, podendo ser usado regularmente no acompanhamento dos processos de treinamento de um atleta (SUTTON et al, 2009).

Segundo Moura et al (2003), muitas equações foram desenvolvidas para a predição da gordura corporal. Estas utilizam várias combinações de espessura de dobras cutâneas com outras medidas antropométricas (LEAN, HAN & DEURENBERG, 1996) e podem ser divididas em específicas e generalizadas.

As equações específicas são desenvolvidas a partir de populações homogêneas em idade, nível de aptidão física e composição corporal. Já as equações generalizadas são desenvolvidas a partir de populações heterogêneas (GLANER & RODRIGUEZ-AÑEZ, 1999b).

Esses modelos matemáticos são desenvolvidos para determinadas populações, são supostamente válidos apenas para indivíduos com características similares em idade, gênero, etnia e nível de atividade física (JACKSON & POLLOCK, 1978).

Dentre as várias equações para a predição da gordura corporal, desenvolvidas ao longo dos anos, destacamos os modelos matemáticos apresentados na tabela 1:

A equação 1 foi desenvolvida por Nagamine & Suzuki (1964) utilizando como amostra japoneses do gênero masculino com idade entre 18 a 27 anos. Durnin & Rahman (1967) desenvolveram a equação 2 utilizando 60 homens escoceses com média de idade $22,0 \pm 3,2$ anos. A equação 3 proposta por Sloan (1967) utilizou em sua amostra 50 estudantes universitários sul africanos do gênero masculino, com idade variando entre 18,0 a 26,0 anos. Faulkner (1968) desenvolveu a equação 4, utilizando 22 atletas universitários de natação. A equação 5 proposta

por Wilmore & Behnke (1969) utilizou em sua amostragem 133 estudantes universitários norte americanos do gênero masculino e média de idade $22,04 \pm 3,10$ anos. Forsyth & Sinning (1973) desenvolveram as equações 6 e 7, utilizando em sua amostra 50 homens norte-americanos praticantes de vários esportes com idade variando entre 19,0 a 22,0 anos. As equações 8, 9 e 10 propostas por Katch & McArdle (1973) foram desenvolvidas utilizando em sua amostragem 53 norte-americanos estudantes de educação física com média de idade $19,3 \pm 1,5$ anos. Durnin & Womersley (1974) desenvolveram as equações 11,12,13,14 e 15, com a equação 11 utilizando como amostra 209 escoceses com idade variando entre 17 a 72 anos, a equação 12 foi desenvolvida utilizando os dados obtidos em 24 homens com idade entre 17 a 19 anos e as equações 13,14 e 15 utilizaram em suas amostras 92 homens com idade entre 20 e 29 anos. Jackson & Pollock (1978) propuseram as equações 16 e 17 utilizando os dados de 308 homens norte-americanos com idade entre 18 e 61 anos. Lohman (1981) desenvolveu a equação 18 combinando as informações obtidas em outros 3 estudos envolvendo 30 lutadores universitários, 50 universitários e 8 homens obesos. Thorland et al (1984) apresentou as equações 19 e 20 desenvolvidas utilizando os dados de 141 atletas norte-americanos de vários esportes com média de idade $17,43 \pm 0,96$ anos. As equações 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 e 28 desenvolvidas por Guedes (1985) utilizaram como amostra 110 universitários do gênero masculino, com idade variando entre 17 e 27 anos, residentes no interior do Rio Grande do Sul. Withers et al (1987) propuseram as equações 29 e 30 usando em sua amostra 207 atletas australianos de vários esportes com média de idade $24,2 \pm 4,7$ anos. Dotson & Davis (1991) propôs a equação 31 desenvolvida utilizando em sua amostragem homens integrantes da marinha norte-americana. Petroski (1995) apresentou as equações 32, 33, 34, 35, 36 e 37 desenvolvidas utilizando como amostra 304 homens habitantes do interior do Rio Grande do Sul e litoral de Santa Catarina, com idade variando entre 18 e 66 anos. Eston et al (2005) desenvolveu as equações 38 e 39 utilizando os dados coletados em 21 homens ingleses com idade $22,3 \pm 5,5$ anos e a equação 40 desenvolvida por Reilly et al (2009) utilizando como amostra 45 atletas profissionais de futebol da liga inglesa, com média de idade $24,2 \pm 5,0$ anos.

Alguns estudos mostram as diferenças nos valores de percentual de gordura utilizando diferentes equações.

Tabela 1: Referência, equações, coeficiente de correlação, coeficiente de determinação e erro padrão estimado original das equações utilizadas em estudos de validação.

Referência	Ano	Método	Equação	R	R ²	EPE	
1	Nagamine & Suzuki	1964	PH	$1,0913-0,00116(TR+SE)$	-	-	-
2	Durnin & Rahman	1967	PH	$1,161-0,0632 \text{ Log}(BI+TR+SE+SI)$	0,83	-	0,0069
3	Sloan	1967	PH	$1,1043-0,001327(CX)-0,00131(SE)$	0,84	-	0,0067
4	Faulkner	1968	PH	$5,783 + 0,153 (SE+TR+SI+AB)$	-	-	-
5	Wilmore & Behnke	1969	PH	$1,08543-0,00086(AB)-0,00040(CX)$	0,800	-	0,0076
6	Forsyth & Sinning	1973	PH	$1,103-0,00168(SE)-0,00127(AB)$	0,82	-	0,0060
7	Forsyth & Sinning	1973	PH	$1,10647-0,00162(SE)-0,00144(AB)-0,00077(TR)+0,000071(AX)$	0,84	-	0,0056
8	Katch & McArdle	1973	PH	$1,09665-0,00103(TR)-0,00056(SE)-0,00054(AB)$	0,86	-	0,0072
9	Katch & McArdle	1973	PH	$1,10-0,00083(TR)-0,00087(SE)-0,00098(CAB)+0,00210(CAT)$	0,89	-	0,0066
10	Katch & McArdle	1973	PH	$1,12691-0,00357(CBR)-0,00127(CAB)+0,00524(CAT)$	0,86	-	0,0072
11	Durnin & Womersley	1974	PH	$1,1765-0,0744 \text{ Log}(TR+SE+SI+BI)$	-	-	0,0103
12	Durnin & Womersley	1974	PH	$1,1620-0,0630 \text{ Log}(TR+BI+SI+SE)$	-	-	0,0073
13	Durnin & Womersley	1974	PH	$1,1631-0,0630 \text{ Log}(TR+SE+SI+BI)$	-	-	0,0084
14	Durnin & Womersley	1974	PH	$1,1360-0,0700 \text{ Log}(SE)$	0,80	-	0,0081
15	Durnin & Womersley	1974	PH	$1,1575-0,0617 \text{ Log}(TR+SE+SI)$	-	-	-
16	Jackson & Pollock	1978	PH	$1,112-0,00043499(PT+AX+TR+SE+AB+SI+CX)+$ $0,00000055(PT+AX+TR+SE+AB+SI+CX)^2-0,00028826(ID)$	0,902	-	0,0078
17	Jackson & Pollock	1978	PH	$1,10938-0,0008267(PT+AB+CX)+0,0000016(PT+AB+CX)^2 -0,0002574(ID)$	0,905	-	0,0077
18	Lohman	1981	PH	$1,0982-0,000815(TR+SE+AB)+0,0000084(TR+SE+AB)^2$	0,92	-	0,0071
19	Thorland et al	1984	PH	$1,1136-0,00154(TR+SE+AX)+0,00000516(TR+SE+AX)^2$	0,81	-	0,0056
20	Thorland et al	1984	PH	$1,1091-0,00052(TR+SE+AX+SI+AB+CX+PM)$	0,82	-	0,0055
21	Guedes	1985	PH	$1,13060-0,05437 \text{ Log}(AB)$	0,864	-	0,0064

22	Guedes	1985	PH	1,15929-0,06550 Log(AB+TR)	0,880	-	0,0061
23	Guedes	1985	PH	1,17136-0,06706 Log(AB+SI+TR)	0,894	-	0,0057
24	Guedes	1985	PH	1,18282-0,07030 Log(AB+TR+SI+AX)	0,894	-	0,0057
25	Guedes	1985	PH	1,20436-0,07848 Log(AB+TR+SI+AX+SE)	0,894	-	0,0057
26	Guedes	1985	PH	1,21546-0,08119 Log(AB+TR+SI+AX+SE+CXP)	0,899	-	0,0056
27	Guedes	1985	PH	1,22098-0,08214 Log(AB+SI+TR+SE+AX+CXP+PM)	0,904	-	0,0055
28	Guedes	1985	PH	1,22627-0,08384 Log(AB+TR+SE+SI+AX+CXP+PM)	0,901	-	0,0055
29	Withers et al	1987	PH	1,078865-0,000419 (PT+AB+CX+PM)0,000948(CPÇ)-0,000266(ID)-0,000564(CTZ)	0,787	-	0,0054
30	Withers et al	1987	PH	1,0988-0,0004(PT+TR+AX+SE+AB+CX+PM)	-	-	-
31	Dotson & Davis	1991	PH	85,20969 Log(CAB-CPÇ)-69,73016 Log(EST) +37,26673	0,90	-	-
32	Petroski	1995	PH	1,09255357-0,0006798(TR+SE+SI+PM)+0,00000182(TR+SE+SI+PM) ² - 0,00027287(ID)+0,00204435(CAT)-0,00060405(CAB)	0,889	0,791	0,0071
33	Petroski	1995	PH	1,10098229-0,00145899(TR+AX)+0,00000701(TR+AX) ² -0,00032770(ID)	0,885	0,784	0,0072
34	Petroski	1995	PH	1,09360757-0,00086876(SE+TR+SI)+0,00000327(SE+TR+SI) ² - 0,00021422(ID)+0,00191721(CAT)-0,00059091(CAB)	0,884	0,781	0,0072
35	Petroski	1995	PH	1,09158117-0,00077719(SE+TR+BI+SI)+0,00000257(SE+TR+BI+SI) ² - 0,00022634(ID)+0,00195027(CAT)-0,00057011(CAB)	0,887	0,786	0,0072
36	Petroski	1995	PH	1,10726863-0,00081201(SE+TR+SI+PM)+0,00000212(SE+TR+SI+PM) ² - 0,00041761(ID)	0,875	0,765	0,0075
37	Petroski	1995	PH	1,10491700-0,00099061(SE+TR+SI)+0,00000327(SE+TR+SI) ² - 0,00034527(ID)	0,871	0,759	0,0076
38	Eston et al	2005	DXA	4,05+0,52(CX)+0,32(SI)	0,80	-	1,8%
39	Eston et al	2005	DXA	1,61+0,12(TR+BI+SE+SI+AB)+0,36(CX+PM)	0,70	-	2,5%
40	Reilly et al	2009	DXA	5,174+0,124(CX)+0,147(AB)+0,196(TR)+0,130(PM)	-	0,784	-

PH: pesagem hidrostática; DXA: Absortometria de raios-x de dupla energia; PT: dobra cutânea peito; TR: dobra cutânea tríceps; BI: dobra cutânea bíceps; SE: dobra cutânea subescapular; AX: dobra cutânea axilar média; SI: dobra cutânea supra-ilíaca; AB: dobra cutânea abdômen; CX: dobra cutânea coxa medial; CXP: dobra cutânea coxa proximal; PM: dobra cutânea panturrilha média; EST: estatura; ID: idade; CAT: circunferência de antebraço; CAB: circunferência de abdômen; CPÇ: circunferência de pescoço; CBR: circunferência de braço; CTZ: circunferência de tornozelo; R: coeficiente de correlação; R²: coeficiente de determinação; EPE: erro padrão de estimativa.

Souza (1999) em estudo realizado em 23 atletas profissionais de futebol de um clube da Paraíba, com média de idade $24,0 \pm 3,9$ anos, coletou as variáveis antropométricas: peso corporal, estatura, espessura das dobras cutâneas subescapular, tríceps, supra-ílica, abdominal e circunferências de abdômen e pescoço. O autor analisou as relações entre os percentuais de gordura pelo somatório das espessuras das dobras cutâneas e circunferências, utilizando equações apresentadas na tabela 1, desenvolvidas pelos seguintes autores: Faulkner (equação 4) desenvolvida para atletas de natação, Guedes (equação 23) originalmente desenvolvida para universitários não atletas e Dotson & Davis (equação 31), desenvolvida originalmente para homens da marinha norte-americana. O pesquisador encontrou diferenças significativas entre os valores de percentual de gordura comparando os três modelos matemáticos: Faulkner ($10,60 \pm 1,03$); Guedes ($8,54 \pm 2,73$) e Dotson & Davis ($11,56 \pm 4,24$).

Já no estudo de Fornaziero et al (2008), foram analisados o peso corporal, estatura e a espessura das dobras cutâneas de tríceps, bíceps, peito, axilar média, subescapular, supra-ílica, abdômen, coxa medial e panturrilha de 42 atletas profissionais de futebol com média de idade $24,30 \pm 3,73$ anos, integrantes do elenco de um clube da cidade de Curitiba. O autor confrontou os valores de percentual de gordura obtidos pelos modelos matemáticos desenvolvidos pelos seguintes pesquisadores (apresentados na tabela 1): Sloan (equação 3); Faulkner (equação 4); Jackson & Pollock (equação 16 e 17 de sete e três dobras cutâneas respectivamente); Thorland (equação 20); Guedes (equação 23) e Petroski (equação 32). Dentre as equações comparadas a de Faulkner, com média de 11,43% apresentou os maiores valores de percentual de gordura, não diferenciando estatisticamente apenas com a equação de Guedes. Thorland, com média de $7,83 \pm 2,30\%$, Jackson & Pollock de sete dobras, com média de $7,25 \pm 1,87\%$, e Sloan com média de $7,27 \pm 1,63\%$, foram as equações que menos apresentaram diferenças com as demais, diferenciando-se das equações de Faulkner, Jackson & Pollock três dobras, Guedes e Petroski. A equação de Jackson & Pollock três dobras, com média de $5,89 \pm 1,55\%$ apresentou diferença com todas as demais equações, indicando os menores valores de percentual de gordura corporal nos atletas. De acordo com o autor, essas diferenças podem ser explicadas pela falta de especificidade das equações em relação à população estudada.

Segundo Lohman (1981), o uso de equações para diferentes populações sem a devida validação, pode causar erros consideráveis na estimativa da composição corporal. Portanto é sugerida a utilização de equações específicas à população a ser estudada. Assim para análise mais precisa da composição corporal, deve haver a preocupação do pesquisador em verificar se as equações disponibilizadas se aplicam às características dos avaliados (REZENDE et al, 2006).

2.2 Composição corporal em atletas

O esporte de alto rendimento busca conhecimentos multidisciplinares como: fisiologia do exercício, biomecânica, medidas e avaliação, cineantropometria, estatística, entre outros. Cada uma destas áreas fornece sua parcela de contribuição para a melhora da performance do atleta, permitindo que os resultados sejam alcançados (MOURA et al, 2003).

Um dos métodos mais populares de determinação da composição corporal de atletas é a utilização de equações antropométricas (FLACK, 1983). As pesquisas publicadas em periódicos que descrevem as características morfológicas dos atletas de futebol, em grande maioria utilizam-se deste método (FONSECA, MARINS & SILVA, 2007).

As medidas antropométricas de um atleta refletem a forma, a proporção e a composição corporal, constituem variáveis que desempenham papel determinante no potencial de sucesso. Os aspectos avaliados incluem a quantificação dos componentes corporais, principalmente o percentual de gordura e massa corporal magra (MOURA et al, 2003).

A composição corporal de atletas, especialmente atletas de elite, recebe uma grande atenção da comunidade científica (FLACK, 1983), devido ao fato de sua estimativa precisa proporcionar um componente importante em um programa de aptidão física, no controle do peso corporal, na manutenção de um alto nível de funcionamento fisiológico estando relacionada à saúde, qualidade de vida e performance física (GHORAYEB & BARROS, 2004).

Segundo Norton & Olds (2005), apesar de não ter influência direta sobre os sistemas cardiovascular e respiratório, existe uma relação entre o excesso de gordura corporal e a diminuição da performance, o que resultou na avaliação da

gordura como parte integrante da preparação fisiológica dos atletas. De acordo com os autores, a necessidade de energia em qualquer velocidade de corrida submáxima cresce com o aumento da massa corporal em aproximadamente 4 KJ/Km percorrido para cada Kg excedente. Isso significa que, em equivalentes aeróbios, o VO_2 precisa ser aumentado em aproximadamente 0,2 LO_2 /Kg por Km percorrido.

De acordo com Wilmore (1983), o excesso de gordura pode comprometer o desempenho físico de atletas competitivos e recreacionais, especialmente em modalidades que envolvem corrida ou saltos, independentemente se a modalidade é predominantemente aeróbia ou anaeróbia.

No futebol profissional, a avaliação da composição corporal é usada juntamente com testes fisiológicos para determinar a condição física e monitorar os efeitos do treinamento e da intervenção dietética sobre o estado físico do atleta (SUTTON et al, 2009).

A gordura em excesso tem um efeito deletério sobre a locomoção em geral e ações específicas para futebol. Já uma quantidade adequada de massa isenta de gordura, que inclui a massa muscular e massa óssea, é importante para a produção de velocidade, força e potência (SUTTON et al, 2009).

Atualmente existe a consciência de técnicos e atletas no que diz respeito à importância da obtenção e manutenção da composição corporal ideal para atingir o máximo desempenho. A composição corporal ideal varia de acordo com a modalidade esportiva, por isso a existência de valores de referência que indicam os perfis específicos para cada esporte (Tabela 2), levando em consideração o contexto das demandas físicas em cada modalidade, fora das quais a performance do atleta possa ser comprometida (WILMORE & COSTIL, 2010).

Estudos indicam valores de percentual de gordura em atletas de futebol, entre eles destacamos algumas pesquisas.

Silvestre et al (2006) encontraram em seu estudo valores médios de percentual de gordura de $12,8 \pm 5,2\%$ utilizando o método DXA na avaliação de 25 atletas norte-americanos com média de idade $19,9 \pm 1,3$ anos, que disputavam a liga universitária de futebol.

Tabela 2 - Perfis de Gordura Corporal de Jovens Atletas Adultos em Esportes Selecionados

Esporte	Gênero Masculino	Gênero Feminino
	Percentual de gordura	Percentual de gordura
Balé	-	12-22
Basebol/Softball	8-15	14-24
Basquetebol	7-15	14-24
Ciclismo	8-13	-
Futebol Americano		
Defesa/recebedores	6-14	-
Linebackers	10-19	-
Linha de frente	13-20	-
Quarter backs/Kicker	9-20	-
Ginástica	4-10	11-19
Hóquei (gelo/campo)	5-14	14-28
Lacrosse	8-17	14-25
Esqui-nórdico	5-19	14-18
Futebol	5-15	16-28
Natação	6-12	12-20
Tênis	6-17	20-24
Atletismo		
Saltadores	6-11	10-16
Corredores	4-10	7-15
Corredores de velocidade	5-14	7-15
Arremessadores	12-21	19-35
Triatlo	7-18	15-18
Voleibol	7-13	14-21
Levantamento de peso		
Olímpico	8-10	-
Potência	8-10	20-23
Luta Greco-romana	4-12	-

Fonte: Garret & Kirkendall (2003)

Clark (2007) avaliou 140 atletas profissionais de futebol com idade média $25,9 \pm 4,3$ anos, que participavam do campeonato da primeira divisão da África do Sul. O autor encontrou valores médios de percentual de gordura de $13,3 \pm 3,5\%$, utilizando o método antropométrico de espessura de dobras cutâneas e equação desenvolvida por Durnin & Womersley (1974).

Já no estudo desenvolvido por Sutton et al (2009) foi utilizado o DXA para analisar a composição corporal de 64 atletas que disputavam a liga inglesa de futebol, com média de idade $26,2 \pm 4,0$ anos. Os pesquisadores encontraram valores médios de percentual de gordura de $10,6 \pm 2,1\%$.

Reilly et al (2009) apresentaram valores médios de percentual de gordura de $11,2 \pm 1,8\%$ acessados utilizando o método DXA em 45 atletas profissionais de futebol da liga inglesa, com média de idade $24,2 \pm 5,0$ anos.

Mais recentemente Reinke et al (2010) encontraram valores médios de percentual de gordura de $11,9 \pm 6,2\%$ utilizando o método DXA na avaliação de 10 atletas profissionais de futebol alemães com média de idade $25,3 \pm 5,1$ anos.

Mero et al (2010) utilizaram o DXA para avaliar a composição corporal de 15 futebolistas finlandeses com média de idade $22,1 \pm 3,9$ anos, encontrando valores médios de percentual de gordura $14,1 \pm 3,9\%$.

O uso dos perfis para estimar a composição corporal ótima para o desempenho atlético requer que a gordura corporal relativa do grupo de referencia seja considerada a mais favorável para as demandas fisiológicas e biomecânicas da modalidade e reflitam de maneira adequada as características encontradas nos atletas de nível superior na modalidade (GARRET & KIRKENDALL, 2003).

A população atlética apresenta alguns dos valores mais baixos de percentual de gordura encontrados na literatura. Na maioria das modalidades apresentando percentual de gordura menor quando comparados com indivíduos semelhantes não atletas. Em geral, os atletas com os menores valores de gordura estão envolvidos em modalidades esportivas que envolvem o deslocamento da massa corporal, como o atletismo, e em esportes onde possuem uma classe de peso para competir como, por exemplo, Luta greco-romana (FLACK, 1983).

2.3 Equações Antropométricas para a Estimativa da Composição Corporal em Atletas

As equações específicas são aquelas desenvolvidas a partir de populações homogêneas em idade, gordura corporal e aptidão física. A aplicação desses modelos matemáticos de maneira generalizada vem sendo bastante questionada, e alguns estudos têm validado sua exatidão em prever a gordura corporal em diferentes populações (REZENDE et al, 2006).

No Brasil, a equação de Faulkner (tabela 1, equação 4) é um dos modelos matemáticos mais utilizados pelos pesquisadores para caracterizar e acompanhar longitudinalmente o percentual de gordura. Segundo Petroski & Pires-Neto (1996) essa equação tem sido utilizada de maneira indiscriminada para ambos os gêneros, para atletas e não atletas, escolares, adultos e idosos.

Faulkner (1968) relatou os resultados não publicados da Universidade de Michigan, com o objetivo de caracterizar e confrontar os valores de percentual de gordura de 22 universitários atletas de natação e 158 não atletas, com média de idade de 20 anos, estimados com a equação 4 (tabela 1). De acordo com Rodriguez-Añez (1997), neste estudo, Faulkner não cita o autor da equação, bem como o coeficiente de correlação (R) e o erro padrão de estimativa (EPE). Porém sabe-se que a mesma foi derivada da combinação de diferentes equações desenvolvidas para o gênero masculino por Yuhasz (1962).

Fonseca, Marins & Silva (2007), em seu estudo com o objetivo de validar equações que estimam a densidade corporal em atletas de futebol, utilizou uma amostra de 25 atletas profissionais, com idade de $22,7 \pm 4,4$ anos, massa corporal de $73,9 \pm 6,6$ kg e estatura de $177,8 \pm 5,5$ cm que disputavam o campeonato estadual da Federação Gaúcha de Futebol no ano de 2004. Foi analisada a validade de 11 equações antropométricas apresentadas na tabela 1, propostas pelos seguintes autores: Durnin & Rahman (equação 2); Sloan (equação 3); Forsyth & Sinning (equação 6); Katch e McArdle (equação 8); Durnin & Womersley (equação 11); Jackson & Pollock (equações 16 e 17) utilizando sete e três dobras cutâneas respectivamente; Lohman (equação 18); Thorland et al (equação 19); Guedes (equação 23); Petroski (equação 32). A validação se deu através dos procedimentos estatísticos de correlação de Pearson (R), Teste "t" dependente, erro constante (EC),

erro total (ET) e erro padrão estimado (EPE), tendo como técnica padrão a Pesagem Hidrostática. Das 11 equações analisadas, somente as propostas por Jackson & Pollock (1978), de três e sete dobras cutâneas, responderam aos critérios de validação, as outras equações analisadas no estudo apresentam erros consideráveis de estimativa da densidade corporal. Com esses resultados a pesquisa concluiu que as equações de Jackson & Pollock (1978) são válidas para a estimativa da composição corporal em atletas profissionais de futebol.

Moura et al (2003) procurou validar em atletas de futebol, modelos matemáticos para estimativa da densidade corporal desenvolvidos a partir de diferentes populações, utilizando o método de Pesagem Hidrostática como referência. Foi analisada a exatidão de 31 equações antropométricas apresentadas na tabela 1, desenvolvidas pelos seguintes autores: Nagamine & Suzuki (equação 1); Durnin & Rahman (equação 2); Sloan (equação 3); Wilmore & Behnke (equação 5); Forsyth & Sinning (equações 6 e 7); Katch & McArdle (equações 8, 9 e 10); Durnin & Womersley (equações 11, 12, 13, 14, e 15); Lohman (equação 18); Thorland et al (equações 19 e 20); Guedes (equações 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 e 28); Petroski (equações 32, 33, 34, 35, 36 e 37). A amostra foi composta de 25 atletas do gênero masculino, com idade entre 16 e 20 anos, que atuavam no estado do Rio Grande do Sul. O processo de validação foi realizado através da validação cruzada e critérios sugeridos por Lohman (1992): Teste "t", correlação de Pearson (R), desvio padrão (DP) e erro padrão de estimativa (EPE). Os modelos matemáticos analisados não apresentaram validade para a estimativa da densidade corporal em atletas de futebol, subestimando os valores da densidade corporal e produzindo erros na avaliação da composição corporal.

Withers et al (1987), avaliaram 10 circunferências, 2 diâmetros ósseos e 8 dobras cutâneas em 207 atletas do gênero masculino com idade $24,2 \pm 4,7$ anos, praticantes de 18 esportes diferentes, com o objetivo de fornecer dados descritivos sobre o percentual de gordura e desenvolver uma equação específica para essa população utilizando o método de Pesagem Hidrostática como referência, além de verificar a validade de 11 equações já existentes. Utilizando o método de validação cruzada as equações publicadas anteriormente apresentam limitações em sua aplicabilidade em desportistas. Através do método de regressão múltipla com a utilização dos indicadores de somatório da espessura das dobras

cutâneas de peito, abdômen, coxa medial e panturrilha; perímetros de pescoço, tornozelo e idade que apresentaram correlação significativa ($p < 0,05$) com a densidade corporal obtida pelo método de referência, foram utilizados para o desenvolvimento da equação 35, apresentada na tabela 1. Dos 207 atletas participantes do estudo, o autor utilizou os dados coletados de 185 indivíduos para desenvolver o modelo matemático e os dados dos demais 22 atletas para validar a equação.

Reilly et al (2009) realizou a análise de espessura de dobras cutâneas e exame de DXA em 45 atletas profissionais de futebol da liga inglesa, com idade $24,2 \pm 5,0$ anos; peso $82,0 \pm 8,5$ kg e $182,0 \pm 0,07$ de estatura, com o objetivo de comparar os resultados de percentual de gordura obtido com o método de DXA, com os resultados de percentual de gordura preditos por algumas equações antropométricas (apresentadas na tabela 1) desenvolvidas originalmente pelo método de Pesagem Hidrostática: Durnin & Womersley (equação 11); Lohman (equação 18); Withers et al (equação 30) e pelo método DXA: Eston et al (equações 38 e 39), de duas e seis dobras cutâneas respectivamente, além de desenvolver um modelo matemático para a predição da gordura corporal (equação 40). Todas as equações apresentaram uma forte correlação com o método DXA, porém somente o modelo matemático proposto por Withers et al (equação 30) apresentou-se adequado para predizer o percentual de gordura.

2.4 Absortometria de Raios-X de Dupla Energia (DXA)

O DXA é um método originalmente desenvolvido para analisar a densidade óssea do corpo, posteriormente com avanços tecnológicos foi adaptado para efetuar a análise da composição corporal (VAN DER PLOEG, WITHERS & LA FORGIA, 2003).

Possibilita realizar a medida de três componentes corporais: gordura, mineral ósseo e massa isenta de gordura, não dependendo da hipótese de constância de determinadas características físicas ou químicas de cada um dos componentes (GOTFREDSEN, BÆKSGAARD & HILSTED, 1997).

Segundo Rech et al (2007), permite a análise total ou de cada segmento do corpo (braço esquerdo, perna esquerda, tronco esquerdo, hemi-corpo

esquerdo, braço direito, perna direita, tronco direito, hemi-corpo direito, braços, pernas e tronco).

Trata-se um exame de fácil e rápida administração, não proporciona desconforto ao avaliado, não é invasivo por utilizar o mínimo de radiação e leva em consideração a variabilidade individual no conteúdo mineral ósseo (NORCROSS & VAN LOAN, 2004; VAN DER PLOEG, WITHERS & LA FORGIA, 2003; GOTFREDSEN, BAEKSGAARD & HILSTED, 1997).

A radiação absorvida pelo organismo durante o exame de DXA é menor que 5 mREM, o que corresponde a 10% de um raio-X de tórax (BRACCO et al, 1996) ou 1/20^o de um raio-X dental (BOTTARO et al, 2002).

O método de DXA é um procedimento de imageamento de alta tecnologia. Seu princípio estabelece que as áreas de ossos e de tecidos moles podem ser penetradas até uma profundidade de aproximadamente 30 cm por dois picos distintos de energia provenientes de uma fonte de isótopos de alta afinidade - gadolínio 153 (MELLO et al, 2005).

A técnica baseia-se no fato de que, quando uma fonte de raios-X é colocada ao lado de um objeto, o raio refletido no lado oposto reflete sua espessura, densidade e composição química. Assim, a dupla emissão de raios-X pela fonte de energia permite quantificar valores relativos à composição corporal, estimados pela diferença de atenuação entre o osso e o tecido mole (ELLIS, 2000). A penetração dos raios é analisada por um detector de cintilação.

O equipamento possui uma fonte de raio-x de potência constante e um filtro para atingir uma estabilidade de radiação. Os raios são emitidos de uma fonte abaixo do indivíduo avaliado, e a atenuação dos raios-x são mensuradas por um detector de energia localizado acima do examinado, em um braço mecânico móvel. O aparelho juntamente com o software especializado permite uma reconstrução da imagem dos tecidos subjacentes e a quantificação da gordura, conteúdo mineral ósseo e massa isenta de gordura (MELLO et al, 2005).

O exame é realizado com o indivíduo deitado sobre uma mesa em decúbito dorsal, com os braços e pernas levemente afastadas, onde a fonte e o detector são passados através do corpo com uma velocidade relativamente lenta 1 cm/s. O mapeamento de todo o corpo é realizado transversalmente em intervalos de 1 cm e leva aproximadamente 12 minutos.

Durante o procedimento os avaliados devem usar roupa confortável, evitando as peças de roupa que contenham metal (zíperes, botões ou ganchos metálicos), devem ser removidos todos os acessórios de metal do corpo (jóias, brincos, pulseiras, relógios, anéis, cintos, etc.). O indivíduo deve permanecer imóvel enquanto o detector passa pelas áreas examinadas, evitando distorções na imagem.

O elevado custo operacional, quando comparado a outros métodos de avaliação da composição corporal e possíveis diferenças de predição ocasionadas pelo uso de equipamentos e softwares de diferentes fabricantes acabam sendo as principais limitações da utilização do DXA (RECH et al, 2007).

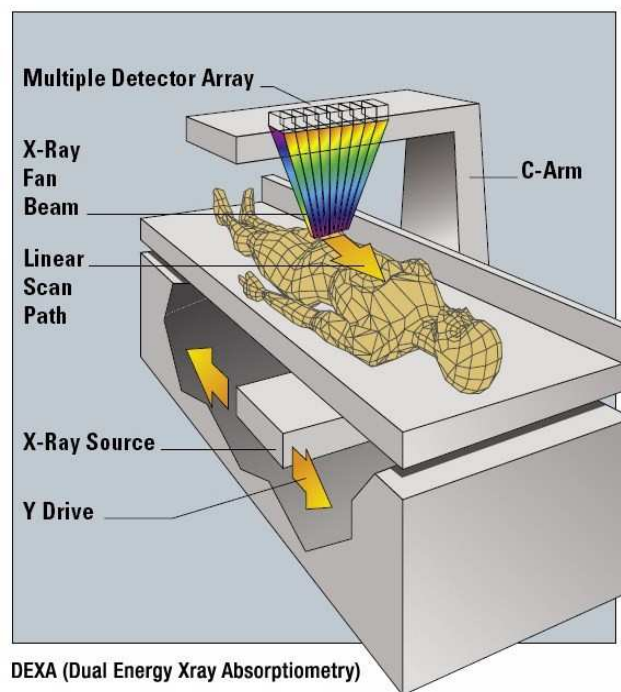


Figura 1 – Descrição dos componentes do equipamento de DXA.

Além disso, outros fatores podem influenciar na mensuração da composição corporal pelo DXA. A técnica assume como constantes os valores de hidratação, partindo do pressuposto que os fluidos corporais são reconhecidos como tecido magro, as alterações na hidratação de um sujeito em até 5%, pode comprometer a estimativa da gordura corporal em valores que variam de 1% a 2,5% (LOHMAN; HARRIS & TEIXEIRA, 2000).

Muitos pesquisadores vêm utilizando o DXA como referência para desenvolvimento e validação de outras técnicas de análise da composição corporal, como a bioimpedância elétrica, Interactância de Infravermelho e antropometria.

Bracco et al (1996), avaliaram 51 mulheres com média de idade 31 ± 2 anos, apresentando peso corporal normal e obesidade. Os autores utilizaram a bioimpedância elétrica segmentar para analisar a contribuição tecidual relativa de cada segmento do corpo em relação a massa isenta de gordura total. O DXA foi utilizado como padrão de referência da composição tecidual.

Já no estudo de Fornetti et al (1999), foram analisadas 132 atletas de vários esportes com idade $20,5\pm 1,5$ anos. Os pesquisadores utilizaram em seu estudo o DXA como referência para determinar a confiabilidade e validade da bioimpedância elétrica e interactância de infravermelho para estimar a composição corporal de atletas do sexo feminino.

Marques, Heyward & Paiva (2000), avaliaram 44 mulheres brasileiras com idade $29,39\pm 5,52$ anos, com o objetivo de determinar a aplicabilidade e a precisão da avaliação da composição corporal de algumas equações de bioimpedância elétrica e aparelhos de bioimpedância de membros superiores e corpo inteiro, utilizando o DXA como referência.

Mais recentemente, Esco et al (2010) empregaram em seu estudo o DXA como padrão de referência para avaliar a precisão da bioimpedância de membros superiores na predição da composição corporal de 40 atletas de atletismo do gênero feminino em idade universitária.

López et al (1997), utilizaram como amostra 169 habitantes das Ilhas Canárias do gênero masculino, com idade de $23,6\pm 3,3$ anos, objetivando desenvolver uma equação antropométrica específica para a esta população. Os pesquisadores realizaram a coleta de medidas antropométricas de peso corporal, estatura, espessura das dobras cutâneas de tríceps, supra-ílica, abdominal, coxa e panturrilha, circunferências de abdômen e tórax, além de exame de DXA como referência para a determinação do percentual de gordura.

Já no estudo de Bottaro et al (2002), os pesquisadores empregaram o DXA como método de referência para determinar a aplicabilidade e validade das equações antropométricas envolvendo o somatórios de 3 e 7 dobras cutâneas,

publicadas por Jackson, Pollock & Ward (1980) em 44 mulheres brasileiras obesas e não obesas, com idade de $29,39 \pm 5,52$ anos.

Ball et al (2004), compararam os resultados de percentual de gordura de 3 equações antropométricas propostas por Jackson & Pollock (1978) aos resultados obtidos com o DXA, além de desenvolver uma equação utilizando o DXA como referência. O autor avaliou as variáveis antropométricas de peso corporal, estatura, circunferências de cintura e quadril, espessura de dobras cutâneas de tríceps, peito, axilar média, subescapular, abdômen, supra-íliaca e coxa de 160 homens norte-americanos, com idade $32,1 \pm 11,0$ anos.

Eston et al (2005) avaliaram 31 mulheres com idade $20,9 \pm 2,0$ anos e 21 homens com idade $22,3 \pm 5,5$ anos para investigar a relação do percentual de gordura corporal avaliada pelo DXA e espessura de dobras cutâneas de tronco e membros inferiores. Os autores utilizaram modelos de regressão múltipla stepwise e forward para avaliar a relação do percentual de gordura com as espessuras das dobras cutâneas de bíceps, tríceps, subescapular e supra-íliaca com panturrilha e coxa.

Mais recentemente, Reilly et al (2009) coletaram as medidas antropométricas de peso corporal, estatura, espessura das dobras cutâneas de tríceps, bíceps, supra-íliaca, supra-espinal, coxa, abdômen e panturrilha em 45 atletas profissionais de futebol da liga inglesa, com idade $24,2 \pm 5,0$ anos. O objetivo do estudo foi de comparar os resultados de percentual de gordura obtido com o DXA e pelas equações antropométricas publicadas por Durnin & Womersley (1974), Lohman (1981), Withers et al (1987), Eston et al (2005), além de desenvolver um modelo matemático para a predição da gordura corporal específico para atletas de futebol.

Chan et al (2009), utilizaram como amostra 138 crianças obesas (37 meninas e 101 meninos), com idade $11,9 \pm 2,7$ anos e IMC $29,7 \pm 4,8$ kg/m². Os pesquisadores tinham como objetivo validar equações antropométricas de predição da gordura corporal, propostas especificamente para crianças pelos autores Durnin & Rahaman (1967); Lohmann (1986) e Slaughter (1988) e desenvolver uma equação para estimar a gordura corporal em crianças chinesas. Foram coletadas as variáveis antropométricas de peso corporal, estatura, espessura das dobras cutâneas de

bíceps, tríceps, subescapular e supra-ilíaca, com o exame de DXA utilizado como referência.

Já no estudo de Amaral et al (2011), com o objetivo de avaliar a precisão e a funcionalidade de um novo adipômetro (Adipsmeter V0) e sistema digital (Liposoft 2008) para medição da espessura de dobras cutâneas e determinar a proporção de gordura corporal. Os pesquisadores realizaram as medidas de espessura de dobras cutâneas feitas pelo Adipsmeter V0 que foram comparadas com aquelas obtidas com o adipômetro Harpenden em 45 indivíduos adultos e 56 indivíduos idosos. A comparação foi realizada entre o percentual de gordura estimado a partir de dobras cutâneas e DXA como referência.

Mello et al (2005) avaliaram 88 adolescentes obesos de ambos os sexos e idade $17,01 \pm 1,6$ anos, com o objetivo de comparar os valores obtidos com o método pletismografia com os valores observados com o DXA utilizado como método padrão.

Apesar de suas limitações o DXA trata-se de um método validado (NORCROSS & VAN LOAN, 2004; SALAMONE et al, 2000; PRIOR et al, 1997; PRIOR et al, 1997), extremamente preciso na estimativa da composição corporal (FORNETTI et al, 1999), e tem se tornado um padrão de referência para a estimativa da composição corporal (RECH et al, 2007).

3.0 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo deve ser caracterizado como uma pesquisa correlacional, segundo Thomas & Nelson (2007). A pesquisa correlacional é descritiva no sentido que explora as relações que existem entre as variáveis. Não existe manipulação das variáveis ou administração de tratamentos experimentais, isto é, não existe intervenção das variáveis. O delineamento básico da pesquisa correlacional é coletar dados sobre duas ou mais variáveis nos mesmos sujeitos e determinar as relações entre as variáveis. Os dois propósitos principais em um estudo correlacional são as análises das relações entre as variáveis e a predição.

Em estudos de predição, os sujeitos devem ser representantes da população para a qual o estudo é dirigido. Uma das grandes desvantagens dos estudos de predição é que as fórmulas de predição são freqüentemente específicas em relação à amostra, o que significa que a predição da equação é maior quando é aplicada para a amostra particular sobre a qual foi desenvolvida (THOMAS & NELSON, 2007).

Esse estudo tem como objetivo específico propor equações para prever o componente de gordura corporal especificamente para a utilização em futebolistas, utilizando medidas antropométricas, tendo como indicador de referência informações associadas aos procedimentos de Absortometria de Raios-X de Dupla Energia (DXA).

3.1 Design do Estudo

Para estabelecermos de forma concisa os objetivos propostos nesse estudo, os atletas foram submetidos a duas etapas de coletas. O quadro abaixo apresenta resumidamente o design do presente estudo:



Figura 2 – Esquema do Design de Estudo

3.2 População e Amostra

Participaram do estudo 31 atletas profissionais de futebol do gênero masculino, com média de idade $21,48 \pm 3,38$ anos, de todas as posições, vinculados a equipes da cidade de Curitiba, adotando um processo de amostragem não-probabilístico por conveniência. Esses atletas possuem no mínimo 5 anos de experiência na modalidade, mantêm treinamentos regulares de cerca de 6 a 8 sessões semanais, além de participações em competições oficiais reconhecidas pela Confederação Brasileira de Futebol (CBF).

Os seguintes critérios de inclusão foram utilizados no presente estudo: (1) atleta de futebol com no mínimo 5 anos de experiência, que treine no mínimo 6 sessões semanais e que seja registrado na Confederação Brasileira de Futebol; (2) faixa etária entre 19 e 32 anos; (3) caracterizado pela comissão médica do seu clube como apto para a prática de esporte de alto rendimento, por meio de uma avaliação ortopédica. Por outro lado, estabelecem-se os seguintes critérios para a possível exclusão dos participantes: (1) classificação como “não- apto” ou “inapto” para a prática de esporte de alto rendimento após avaliação da comissão médica do clube.

3.2.1 Termo de Consentimento Pré-informado

Antes de iniciar a coleta de dados, os atletas assinaram um termo de consentimento pré-informado (anexo 1).

Salienta-se que esse projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética institucional, sob o número 1024.149.10.10/2010 (CEP/SD/UFPR), e está de acordo com as recomendações contidas na Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (anexo 2).

3.3 Instrumentos e Procedimentos

A primeira etapa da coleta de dados consistiu na avaliação antropométrica realizada nas dependências do Centro de Diagnóstico por Imagem (CETAC).

Nesse primeiro contato, apenas os sujeitos que obtiverem as condições pré-estabelecidas nos critérios de inclusão tomaram conhecimento individualmente dos objetivos, procedimentos, possíveis riscos e benefícios da participação na presente pesquisa. Aqueles que concordaram em participar de livre e espontânea vontade receberam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que por sua vez foi lido, preenchido e assinado manualmente pelos participantes, autorizando assim a utilização de seus dados na pesquisa.

Esse termo possui esclarecimentos sobre os objetivos e métodos que foram utilizados na pesquisa, bem como informa os possíveis riscos e benefícios da participação no estudo. Além disso, esse documento também garante o anonimato dos dados, e confirma a possibilidade dos participantes abandonarem as avaliações no momento em que desejarem. O procedimento de assinatura foi realizado na sala de espera privativa do Centro de Diagnóstico por Imagem (CETAC).

Após assinatura do termo, os atletas que aceitaram participar do estudo foram submetidos à avaliação antropométrica, onde foram coletados os valores de peso corporal, estatura, circunferências, diâmetros ósseos e espessura de dobras cutâneas, respeitando esta ordem e utilizando a técnica descrita por LOHMAN; ROCHE & MARTORELL (1988). Para tanto, os atletas foram instruídos a não praticarem qualquer tipo de exercício físico antes das coletas, para evitar o aumento do fluxo sanguíneo da pele, seguido de aumento da espessura da dobra cutânea e não utilizar cremes ou óleos no corpo, para evitar alterações na coleta de espessura das dobras cutâneas por redução do atrito das extremidades do adipômetro com a pele, seguidas de redução da espessura da dobra.

3.3.1 Avaliação Antropométrica

As avaliações antropométricas foram realizadas por apenas um avaliador experiente, em uma sala privativa e adequada para a execução desse tipo de avaliação, pertencente ao Centro de Diagnóstico por Imagem (CETAC). Esse local figura como apropriado e seguro para a coleta desses dados, possuindo ainda um vestiário e um banheiro privativo no mesmo complexo estrutural.

Vale ressaltar que o Erro Técnico de Medida (ETM) intra-avaliador das medidas antropométricas foi calculado em estudo piloto, envolvendo uma amostra similar ao presente estudo (20 futebolistas da categoria sub-20), seguindo a técnica proposta por Norton & Olds (2005). As circunferências, diâmetros ósseos e a espessura das dobras cutâneas apresentaram valores de ETM relativos inferiores a 5%, classificados como aceitáveis (anexo 3).

3.3.1.1 Avaliação da Estatura e Peso Corporal

Inicialmente foram obtidos a estatura e o peso corporal, com a utilização de um estadiômetro Sanny com precisão de 1 mm e uma balança de marca Toledo com precisão de 50 gramas, respectivamente.

3.3.1.2 Avaliação das Circunferências

Para a coleta das circunferências foi utilizada uma fita antropométrica flexível com precisão de 1 mm. Nos membros superiores e inferiores as medidas foram efetuadas no hemi-corpo direito. As medidas de circunferência foram realizadas com a musculatura relaxada com o avaliado estando em posição ortostática com os membros superiores e inferiores levemente afastados, exceto a medida de braço contraído em que o avaliado ficou com o braço e antebraço flexionado, exercendo resistência com o membro superior contrário.

Foram efetuadas três medidas intercaladas em cada seguimento corporal, utilizando o valor intermediário dos valores obtidos, a fita ficou alojada no plano horizontal sobre os respectivos pontos anatômicos:

- **Tórax:** na linha dos mamilos;
- **Braço relaxado:** ponto médio entre o acrômio e a articulação úmero-radial de braço direito.
- **Braço contraído:** maior circunferência do braço, com avaliado em posição ortostática com o braço flexionado até a altura dos ombros e antebraço flexionado fazendo um ângulo de 90° com o braço, oferece-se resistência com membro superior contrário da medida, com o avaliado realizando a contração máxima da musculatura do bíceps, localizando o maior perímetro deste segmento.

- **Antebraço:** maior perímetro do antebraço.
- **Cintura:** região abdominal, em seu menor perímetro.
- **Abdômen:** na altura da cicatriz umbilical.
- **Quadril:** maior porção da região glútea.
- **Coxa proximal:** logo abaixo da prega glútea.
- **Coxa medial:** ponto médio entre a dobra inguinal e a borda superior da patela.
- **Coxa distal:** 5 cm acima da borda superior da patela.
- **Panturrilha:** ponto máximo da circunferência.



Figura 3 – Medida da circunferência de panturrilha.

3.3.1.3 Avaliação dos Diâmetros Ósseos

Os diâmetros ósseos foram coletados utilizando um paquímetro da marca WCS com precisão de 1 mm. As medidas foram realizadas no hemi-corpo direito, sendo realizada uma série de três medidas intercaladas em cada ponto anatômico, utilizando o valor intermediário dos três escores obtidos. O avaliador empregou uma pequena pressão com as mãos nas hastes do aparelho, procurando

evitar a interferência dos músculos, gordura e pele que revestem a região onde o diâmetro está sendo medido.

Foram coletados os seguintes diâmetros de acordo com seus respectivos pontos anatômicos:

- **Biestilóide:** medido obliquamente, o avaliado com braço pronado, estendido a frente e com a mão em flexão palmar. As pontas do paquímetro foram ajustadas firmemente nos processos estilóides do rádio e da ulna.
- **Biepicondiliano do úmero:** medido obliquamente, avaliado com o cotovelo flexionado a 90°, braços erguidos na horizontal e antebraços supinados. As pontas do equipamento foram ajustadas firmemente nos epicôndilos do úmero (medial e lateral).
- **Biepicondiliano do fêmur:** medido horizontalmente, com o avaliado sentado e joelhos flexionados em 90°. As pontas do paquímetro foram ajustadas firmemente nos epicôndilos do fêmur (lateral e medial).
- **Bimaleolar:** medido obliquamente, com o avaliado em pé, e o peso corporal distribuído uniformemente. As pontas do equipamento foram ajustadas firmemente na parte mais lateral do maléolo lateral e na parte mais medial do maléolo medial.



Figura 4 – Medida do diâmetro ósseo biepicondiliano do fêmur.

3.3.1.4 Avaliação da Espessura de Dobras Cutâneas

Na coleta da espessura de dobras cutâneas foi utilizado um lápis dermatográfico Mitsu-bishi 7600 e adipômetro da marca Harpenden, com precisão de 0,2 mm e pressão de 10 g/mm². As medidas foram demarcadas e efetuadas sempre no hemi-corpo direito, estando o avaliado em posição cômoda e com a musculatura relaxada.

O avaliador procurou separar o tecido adiposo e subcutâneo do tecido muscular, agarrando firmemente a dobra cutânea colocando os dedos polegar e indicador (da mão esquerda) separados 8 cm em uma linha perpendicular ao eixo longitudinal à dobra, elevando a mesma 1 cm acima do local a ser medido. As pinças do equipamento foram colocadas perpendicularmente á dobra, cerca de um centímetro do ponto anatômico. Foram aguardados dois segundos para fazer a leitura, sendo realizadas três medidas intercaladas em cada ponto anatômico, utilizando o valor médio dos três escores, se estes variarem em $\pm 5\%$ foi realizada uma nova série de três medidas (BALL et al, 2004).

Foram coletadas a espessura das seguintes dobras cutâneas de acordo com os seus respectivos pontos anatômicos:

- **Peitoral:** medida no ponto médio de uma linha imaginária traçada entre a linha axilar anterior e o mamilo;
- **Bíceps:** medida na região anterior do braço, no ponto médio do braço;
- **Subescapular:** medida obliquamente, imediatamente abaixo da extremidade do ângulo inferior da escápula;
- **Tricipital:** medida na região posterior do braço, no ponto médio entre o processo acromial da escápula e processo do olécrano da ulna;
- **Axilar média:** medida obliquamente na linha axilar média, no mesmo nível do apêndice xifóide do osso esterno;
- **Supra-ilíaca:** medida obliquamente, na linha média da axila logo acima da crista ilíaca;
- **Abdominal:** medida verticalmente a 3,0 cm a direita da cicatriz umbilical;

- **Coxa:** medida verticalmente, na distância média entre a prega inguinal e a borda superior da patela.
- **Panturrilha:** medida verticalmente no nível da circunferência máxima da panturrilha, com o joelho e quadril flexionados em 90°.



Figura 5 – Medida da dobra cutânea de peito.

3.3.1.5 Avaliação da Composição Corporal com o DXA

Após a avaliação antropométrica foram realizadas as avaliações da composição corporal com o método de DXA.

O DXA é um procedimento de imageamento de alta tecnologia que permite a quantificação da gordura, massa isenta de gordura e conteúdo mineral ósseo. Seu princípio estabelece que as áreas de ossos e de tecidos moles podem ser penetradas até uma profundidade de aproximadamente 30 cm por dois picos distintos de energia provenientes de uma fonte de isótopos de alta afinidade (gadólíneo 153). A penetração é analisada por um detector de cintilação (MELLO et al, 2005).

Neste estudo foi utilizado um aparelho de DXA modelo Lunar Prodigy Advance (GE Helthcare, software GE Lunar enCore 8.50.093). O aparelho

foi calibrado antes dos testes de acordo com as orientações do fabricante para permitir uma reconstrução da imagem dos tecidos subjacentes, permitindo a quantificação da gordura, conteúdo mineral ósseo e da massa isenta de gordura. Todos os exames foram realizados pelo mesmo técnico em radiologia que operou o equipamento.

O exame foi realizado com o indivíduo deitado sobre uma mesa em decúbito dorsal, com os braços e pernas levemente afastadas. A fonte e o detector foram passados através do corpo com uma velocidade relativamente lenta 1 cm/s. O mapeamento de todo o corpo levou aproximadamente 12 minutos.

Durante o procedimento os avaliados utilizaram roupa confortável, evitando as peças de roupa que continham metal (zíperes, botões ou ganchos metálicos), foram removidos todos os acessórios de metal do corpo (jóias, brincos, pulseiras, relógios, anéis, cintos, etc.). Os indivíduos permaneceram imóveis enquanto o detector passou pelas áreas examinadas, evitando distorções na imagem (BALL et al, 2004).



Figura 6 – Exame de DXA.

3.4 Análise Estatística

Inicialmente os dados foram analisados por meio de medidas centrais da estatística descritiva.

Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste Shapiro Wilk, sendo que os mesmos apresentaram distribuição normal, desta forma foi realizado o teste de correlação de Pearson para verificar a relação das variáveis: idade, peso corporal, estatura, IMC, circunferências, diâmetros ósseos e espessura de dobras cutâneas com o percentual de gordura obtido pelo DXA, adotando-se como significativo $p \leq 0,05$.

Para o desenvolvimento das equações para a estimativa da gordura corporal foi realizada a técnica de regressão múltipla stepwise, backward e forward. A variável dependente foi considerada o percentual de gordura corporal obtido pelo método DXA, e as variáveis independentes foram as combinações e somatórios das demais variáveis que atingiram mais alta correlação com a variável dependente, não menores que 0,70, o que ocorreu somente com as dobras cutâneas: peito, axilar média, abdômen e coxa.

A análise de regressão obedeceu as seguintes etapas:

- Utilização dos valores de espessura das dobras cutâneas de maneira isolada;
- Utilização dos diferentes somatórios da espessura de dobras cutâneas;
- Utilização das diferentes combinações de somatórios de espessura das dobras cutâneas;
- Inclusão do termo quadrático aos valores de espessura de dobras cutâneas de maneira isolada e aos seus diferentes somatórios.

A seleção dos modelos elaborados foi realizada segundo os seguintes critérios:

- Significância parcial das variáveis;
- Coeficiente de correlação maior que 0,80 ($R \geq 0,80$);
- Coeficiente de determinação maior que 0,80 ($R^2 \geq 0,80$);
- Erro padrão de estimativa menor que 2,0 ($EPE \leq 2,0$);
- Normalidade dos resíduos verificada pelo teste de Shapiro Wilk;
- Praticabilidade do modelo.

As análises de validação foram realizadas através da determinação de correlação múltipla, teste “t” pareado, erro constante (EC), erro total (ET), erro padrão de estimativa (EPE), conforme as sugestões de LOHMAN (1992).

Os dados foram processados e analisados, utilizando o pacote estatístico PASW 18.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo são apresentados os resultados obtidos durante o desenvolvimento do estudo. Inicialmente, são apresentados os resultados da estatística descritiva e correlacional das variáveis analisadas nos dois momentos da coleta de dados (medidas antropométricas e DXA). Em seguida, são apresentados os modelos matemáticos de predição da gordura corporal, obtidos por meio de regressão estatística das medidas antropométricas utilizando o percentual de gordura obtido pelo método DXA como padrão. Para finalizar são apresentadas as validações de algumas equações já existentes na literatura.

4.1 Equações para a estimativa da gordura corporal em futebolistas

O primeiro objetivo deste estudo foi propor equações específicas para a estimativa da gordura corporal, usando medidas antropométricas em futebolistas.

Com a finalidade de propor as equações específicas, para a estimativa do componente de gordura corporal em atletas de futebol, foi utilizada uma amostra de 31 indivíduos, cujas características de idade (anos), massa corporal (kg), estatura (cm), índice de massa corporal (IMC - Kg/m^2), espessura de dobras cutâneas (mm), diâmetros ósseos (cm), circunferências (cm) e composição corporal obtida pelo método DXA (percentual de gordura, massa gorda – kg, MCM – kg), são apresentados na Tabela 3, por meio de média, desvio padrão, mínimo e máximo.

Comparando os resultados obtidos com outros estudos de composição corporal realizados com atletas de futebol, verificou-se que pesquisas desenvolvidas em diferentes países apresentaram valores de estatura e massa corporal semelhantes ao presente estudo conforme são apresentados.

Reilly et al (2009) e Sutton et al (2009) em seus estudos envolvendo atletas profissionais de futebol da liga inglesa, apresentaram valores idênticos de estatura $182,0 \pm 0,07$ cm e valores massa corporal $82,0 \pm 8,5$ kg e $83,2 \pm 7,5$ kg, respectivamente. Wittich et al (2001) relataram valores médios de $176,8 \pm 4,5$ cm de estatura e $76,2 \pm 5,4$ Kg de massa corporal em atletas profissionais de futebol de uma equipe da Argentina. Fonseca, Marins & Silva (2007) encontraram valores médios

177,8±5,5 cm e 73,9±6,6 kg de estatura e massa corporal respectivamente, ao avaliar atletas brasileiros que atuavam no estado do Rio Grande do Sul. Moura et al (2003) em estudo envolvendo atletas de futebol da categoria sub-20, apresentaram valores médios de estatura e massa corporal 175,0±7,0 cm e 72,84±8,63 kg, respectivamente. Silvestre et al (2006) encontrou valores médios de estatura 177,6±6,4 cm e massa corporal 77,6±8,6 kg em universitários norte-americanos atletas de futebol. Clark (2007) relatou valores médios 176,3±7,1 cm de estatura e 73,7±9,1 kg ao avaliar atletas profissionais de futebol sul africanos. Mais recentemente Reinke et al (2010) apresentaram média de estatura 184,2±5,9 e massa corporal 90,1±5,6 kg em atletas profissionais de futebol alemães.

Os valores referentes a espessura das dobras cutâneas encontradas no presente estudo (Tabela 3), possuem similaridade com outros estudos envolvendo atletas de futebol. Fonseca, Marins & Silva (2007) apresentaram valores de espessura de dobras cutâneas de peito: 8,0±1,8 mm; bíceps: 3,7±0,5 mm; subescapular: 11,7±2,6 mm; tríceps: 8,0±1,8 mm; axilar: 9,4±2,7 mm; supra-iliaca: 13,5±4,6 mm; abdômen: 12,4±6,3 mm; coxa medial: 10,1±3,4 mm e panturrilha: 6,1±1,4 mm. Moura et al (2003) apresentaram valores de espessura de dobras cutâneas de bíceps: 4,6±1,16 mm; subescapular: 12,94±4,59 mm; tríceps: 10,39±3,93 mm; axilar: 8,96±3,37 mm; supra-iliaca: 14,73±5,88 mm; abdômen: 14,38±6,38 mm; coxa medial: 13,68±5,02 mm e panturrilha: 8,15±2,82 mm.

As circunferências (Tabela 3) também são semelhantes a estudos envolvendo em sua amostra futebolistas. Souza (1999) apresentaram valores de circunferência de braço: 28,50±2,17 cm; circunferência de antebraço: 25,13±1,80 cm e circunferência de abdômen: 77,89±5,02 cm. Fonseca, Marins & Silva (2007) apresentaram valores das circunferências de antebraço e abdômen: 27,0±1,2 cm e 80,0±3,5 cm respectivamente. Moura et al (2003) apresentaram valores das circunferências: tórax: 91,35±4,25 cm; braço: 27,84±1,49 cm; antebraço: 26,65±1,86 cm; cintura: 77,29±3,94 cm; abdômen: 78,98±4,56 cm; quadril: 95,08±4,97 cm; coxa proximal: 57,28±3,78 cm; coxa medial: 55,20±3,23 cm; coxa distal: 43,51±3,23 cm e panturrilha: 37,46±2,44 cm.

Tabela 3: Características Descritivas da Amostra (n=31)

Variáveis	Desvio				Correlação com %GDXA (*p<0,05; **p<0,01)
	Média	Padrão	Mínimo	Máximo	
Idade (anos)	21,48	3,38	19,00	32,20	0,253
Massa corporal (kg)	79,05	9,49	59,00	95,50	0,469**
Estatura (cm)	181,97	8,11	165,50	193,00	0,085
IMC (kg/m ²)	23,84	2,13	18,84	29,86	0,557**
Dobras cutâneas (mm)					
Peito	6,34	2,07	3,20	10,80	0,741**
Bíceps	4,20	1,00	2,80	7,00	0,676**
Subescapular	9,30	2,27	5,80	17,60	0,564**
Tríceps	7,70	2,17	4,20	12,80	0,684**
Axilar média	8,19	2,23	4,40	13,60	0,764**
Supra-ilíaca	11,92	4,49	5,80	27,40	0,685**
Abdômen	12,24	4,62	5,60	21,40	0,797**
Coxa medial	9,53	2,81	4,80	16,60	0,751**
Panturrilha	6,28	2,02	3,80	14,00	0,611**
Diâmetros ósseos (cm)					
Biestilóide	5,77	0,33	5,30	6,40	0,253
Biepicondiliano do úmero	6,79	0,47	5,40	7,50	0,132
Bimaleolar	7,47	0,39	6,70	8,30	0,332
Biepicondiliano do fêmur	9,99	0,43	8,80	10,60	0,214
Circunferências (cm)					
Tórax	96,58	5,47	86,80	110,30	0,584**
Braço	29,79	2,62	25,50	37,40	0,485**
Braço contraído	33,67	2,84	28,80	41,00	0,424*
Antebraço	27,43	1,59	25,00	31,20	0,343
Cintura	80,48	4,35	70,40	88,70	0,583**
Abdômen	81,73	4,72	71,40	89,10	0,615**
Quadril	98,86	4,92	87,80	107,00	0,661**
Coxa proximal	58,75	6,05	50,40	84,70	0,216
Coxa medial	53,43	3,39	45,80	59,80	0,460**
Coxa distal	43,05	2,96	35,30	48,70	0,450*
Panturrilha	38,05	2,24	33,60	43,60	0,397*
DXA					
% gordura	13,68	4,22	6,10	22,40	
Massa gorda (kg)	10,99	4,06	3,90	20,60	
Massa isenta de gordura (kg)	68,05	7,38	51,98	85,00	

O percentual de gordura obtido pelo método DXA (Tabela 3), foi similar aos valores encontrados por Silvestre et al (2006) que apresentaram média de percentual de gordura DXA 12,8±5,2 % em futebolistas universitários norte-

americanos. Wittich et al (2001) encontraram valores médios de $12,2 \pm 3,1$ % de gordura, obtidos pelo método DXA em atletas de futebol argentinos. Clark (2007) relatou média de percentual de gordura DXA $13,3 \pm 3,5$ % em atletas de futebol sul-africanos. Mais recentemente, Reinke et al (2010) apresentou valores médios de percentual de gordura DXA $11,9 \pm 6,2$ % em seu estudo envolvendo 10 atletas profissionais de futebol da Alemanha e Mero et al (2010) relatou valores médios de percentual de gordura DXA $14,1 \pm 3,9$ % em atletas de futebol finlandeses.

Reilly et al (2009) e Sutton et al (2009), em seus estudos envolvendo futebolistas ingleses, apresentaram valores médios de percentual de gordura DXA de $11,2 \pm 1,8$ % e $10,6 \pm 2,1$ % respectivamente, divergindo dos valores encontrados no presente estudo.

Para o desenvolvimento das equações, foram incluídos os 31 atletas participantes da amostra que apresentam valores médios de idade $21,48 \pm 3,38$ anos e $13,68 \pm 4,22$ % de gordura corporal.

As equações desenvolvidas para a estimativa da gordura corporal em futebolistas são apresentadas na Tabela 4. São relatados, para cada equação, o coeficiente de correlação múltipla (R), coeficiente de determinação (R^2), coeficiente de determinação ajustado (R^2_a) e o erro padrão de estimativa (EPE) do percentual de gordura.

A análise dos resultados da Tabela 4 mostra que as equações específicas apresentam correlações múltiplas maiores que as esperadas ($R \geq 0,80$) no projeto. As correlações múltiplas variaram de 0,904 na equação 12 (quadrática), a 0,925 nas equações 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 (lineares).

Observa-se que os modelos lineares apresentaram correlações múltiplas mais altas (R de 0,920 a 0,925) que os modelos quadráticos (R de 0,904 a 0,913), corroborando com os achados na literatura, que indicam equações baseadas em modelos lineares em amostras homogêneas (PETROSKI, 2003).

Tabela 4: Equações específicas para a predição do componente de gordura em futebolistas.

	Variáveis	Método	Equação	R	R ²	R ² _a	EPE
1	AX; CX	Linear Stepwise	%G = 1,07662219 (AX) + 0,82533875 (CX) - 3,00539046	0,920	0,856	0,836	1,711
2	AX; AB; CX	Linear Stepwise	%G = 0,83196071 (AX) + 0,16367624 (AB) + 0,75492553 (CX) - 2,33295828	0,925	0,856	0,839	1,690
3	PT; AX; AB; CX	Linear Backward	%G = 0,05973625 (PT) + 0,81751650 (AX) + 0,14945796 (AB) + 0,74850312 (CX) - 2,35785681	0,925	0,856	0,834	1,722
4	PT; AX; AB; CX	Linear Backward	%G = 0,01035415 (AB+CX) + 0,67841271 (AX+CX) + 0,079367547 (AX+AB) + 0,05973625 (PT+AX+ABCX) - 2,35785681	0,925	0,856	0,834	1,722
5	PT; AX; AB; CX	Linear Backward	%G = 0,67901792 (AX+CX) + 0,07619429 (AX+AB) + 0,06801188 (PT+AX+AB+CX) - 2,37873851	0,925	0,856	0,840	1,689
6	AX; AB; CX	Linear Backward	%G = 0,75055662 (AX+CX) + 0,13910823 (AX+AB) - 2,46345040	0,925	0,855	0,845	1,662
7	PT; AX; CX; AB	Linear Backward	%G = 0,67841271 (AX+CX) + 0,14945796 (AX+AB) - 0,01035415 (AX+PT) + 0,07009041 (PT+CX) - 2,35785681	0,925	0,856	0,834	1,721
8	PT; CX; AB; AX	Linear Backward	%G = 0,67901792 (AX+CX) + 0,14420618 (AX+AB) + 0,06801188 (PT+CX) - 2,37873850	0,925	0,856	0,840	1,689
9	PT; AX; AB CX	Quadrática	%G = 0,74541874 (PT+AX+AB +CX) - 0,00497776 (PT+AX+AB+CX) ² - 6,32802396	0,906	0,818	0,809	1,845
10	PT; AX; CX	Quadrática	%G = 0,92804690 (PT+AX+CX) - 0,00558100 (PT+AX +CX) ² - 5,23028189	0,913	0,833	0,821	1,787
11	AX; AB; CX	Quadrática	%G = 0,73964159 (AX+AB+CX) - 0,00466596 (AX+AB+CX) ² - 3,9805034	0,906	0,822	0,809	1,845
12	PT; AX; AB; CX	Quadrática	%G = 0,74541873 (PT+AX+AB+CX) - 0,00497776 (PT+AX+AB +CX) ² - 6,32802396	0,904	0,818	0,805	1,864

PT: dobra cutânea peito; SE: dobra cutânea subescapular; AX: dobra cutânea axilar média; AB: dobra cutânea abdômen; CX: dobra cutânea coxa medial; R: coeficiente de correlação; R²: coeficiente de determinação; R²_a coeficiente de determinação ajustado; EPE: erro padrão de estimativa; %G: percentual de gordura.

Os coeficientes de correlação múltipla encontrados no presente estudo são superiores aos valores relatados ($R=0,90$) por Jackson & Pollock (1978), em relação as equações 16 e 17 (Tabela 1), posteriormente validadas para atletas de futebol do estado do Rio Grande do Sul (FONSECA, MARINS & SILVA, 2007). Withers et al (1987), propôs e validou a equação 30 (Tabela 1) indicando um coeficiente de correlação múltipla ($R=0,79$) inferior aos encontrados no presente estudo.

Os modelos matemáticos propostos na presente pesquisa indicaram coeficientes de determinação superiores aos valores relatados por Reilly et al (2009): $R^2=0,78$ em seu estudo envolvendo futebolistas e Eston et al (2005): $R^2=0,79$ e $0,67$ em relação as equações 38 e 39 (Tabela 1), propostas para indivíduos não atletas.

O coeficiente de determinação ajustado (R^2_a), apresentado por Reilly et al (2009) em seu estudo com o objetivo de propor uma equação de predição de gordura corporal para atletas de futebol, apresentou-se mais baixo ($R^2_a=0,73$) que os valores encontrados em nossos achados.

Para Pestana & Gageiro (2003), Erro Padrão de Estimativa (EPE) é uma medida de precisão em que Y é estimado por X. Nesse caso, é a precisão com que o percentual de gordura é estimado pelas medidas antropométricas. Isto é, quanto menor for o erro padrão da estimativa, maior será a precisão com que o percentual de gordura é estimado.

O EPE nas equações propostas na Tabela 4, apresentaram valores baixos (EPE de 1,662 a 1,864), devido ao critério adotado para a seleção dos modelos matemáticos ($EPE \leq 2,0\%$).

Os valores de EPE encontrados no presente estudo são similares aos valores $EPE=1,8$ e $EPE=1,9$ apresentados por Eston et al (2005) em relação as equações 38 e 39 (Tabela 1) respectivamente, e inferiores ao valor $EPE=2,3$ apresentado no estudo de Withers et al (1987).

Vale ressaltar que existe dificuldade em comparar os resultados de EPE obtidos na presente pesquisa, devido ao fato da maioria dos estudos de proposição de equações para estimativa de composição corporal terem sido desenvolvidos tendo como padrão de referência a Pesagem Hidrostática, e seus respectivos EPE serem apresentados em densidade (g/cm^3).

Nesse sentido, todas as equações apresentadas na Tabela 4, parecem possuir a capacidade de prever a gordura corporal, tendo em vista a sua especificidade, no que diz respeito à amostra utilizada em seu desenvolvimento, localização e quantidade de pontos anatômicos utilizados para a mensuração das medidas antropométricas. Porém antes de tal afirmação estes modelos matemáticos precisam ser validados.

Dentre as equações desenvolvidas na presente pesquisa, chamamos a atenção para os modelos lineares que apresentaram os melhores valores de R , R^2 , R^2_a e EPE comparado as equações quadráticas, com destaque para a equação 6, que apresenta o menor valor de EPE (1,662 %).

4.2 Validação de Equações para a estimativa da gordura corporal em futebolistas

Outra importante preocupação deste estudo refere-se à validade de equações para a estimativa da gordura corporal utilizando equações existentes na literatura, já que a validação das equações propostas na presente pesquisa não foi possível devido a falta de possibilidade em se obter uma amostra de validação incluindo indivíduos da mesma população.

Utilizamos para a validação os modelos matemáticos apresentados na Tabela 1, exceto as equações 29 (WITHERS et al, 1987) e 31 (DOTSON & DAVIS, 1991), devido ao fato do presente estudo não contemplar em sua metodologia de coleta de dados as medidas antropométricas de circunferência pescoço e circunferência de tornozelo, impossibilitando a utilização das mesmas como preditoras da gordura corporal.

Para a realização da validação dos valores mensurados com os valores estimados pelos diferentes modelos matemáticos foi utilizado como valor de gordura corporal mensurado, o valor obtido pelo método DXA.

Considerando que grande a maioria das equações utilizadas nesta validação são desenvolvidas utilizando-se do método de Pesagem Hidrostática como referência e predizem valores de densidade corporal (em g/cm^3), para que pudessemos aplicar os procedimentos de validação, os valores de densidade

corporal foram convertidos em percentual de gordura utilizando a equação de Siri (1961).

$$\text{Equação de Siri (1961): \%G} = [(4,95/\text{Dc})-4,5] \times 100$$

Onde:

%G: percentual de gordura (%);

Dc: Densidade corporal (g/mL)

Para realização da validação utilizamos os critérios sugeridos por Lohman (1992): correlação múltipla (R), teste “t” pareado, erro constante (EC), erro total (ET), erro padrão de estimativa (EPE).

Analisando os critérios de validação apresentados na Tabela 5, estes revelam que as equações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 e 40 tendem a superestimar a gordura corporal dos sujeitos abaixo da média e subestimar a gordura corporal dos sujeitos acima da média, uma vez que seus valores de desvio-padrão são menores que os valores do DXA.

Estes achados corroboram em parte com os resultados apresentados no estudo de Fonseca, Marins & Silva (2007), que indicam a mesma tendência em relação as equações 2, 3, 6, 8, 11, 16, 17, 19, 23 e 32, estes mesmos autores divergem dos resultados da presente pesquisa em relação a equação 18 (LOHMAN, 1982), que apresentou em seus achados uma tendência de superestimar os sujeitos acima da média e subestimar os indivíduos abaixo da média.

Vale ressaltar que no presente estudo a equação 7 (FORSYTH & SINNING, 1973), é a única que apresenta desvio-padrão mais elevado do que o percentual de gordura mensurado com o DXA, ou seja, possui a tendência de subestimar o percentual de gordura dos sujeitos abaixo da média e superestimar a gordura corporal dos sujeitos acima da média.

O segundo critério de validação, teste t, demonstrou que ao comparar os resultados do valor mensurado de gordura corporal com os valores estimados (Tabela 5), pode-se observar que somente as equações 2, 7, 12, 13, 14, 15 e 38 não apresentaram diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$).

Tabela 5: Resultados dos critérios de validação das equações

Equação	Referência	Ano	Média	DP	R	t	EC	ET	EPE
	DXA		13,68	4,22	-	-	-	-	-
1	Nagamine & Suzuki	1964	11,94	1,73	0,803**	3,217*	1,74	3,44	2,52
2	Durnin & Rahman	1967	14,48	2,94	0,806**	-1,761	-0,80	2,62	2,50
3	Sloan	1967	8,57	2,23	0,853**	10,973**	5,11	5,72	2,20
4	Faulkner	1968	12,08	1,79	0,815**	3,020*	1,60	3,32	2,45
5	Wilmore & Behnke	1969	12,15	2,01	0,860**	3,157*	1,53	3,06	2,15
6	Forsyth & Sinning	1973	11,85	3,92	0,753**	3,537**	1,83	3,37	2,78
7	Forsyth & Sinning	1973	13,33	4,47	0,816**	0,731	0,35	2,62	2,44
8	Katch & McArdle	1973	9,66	2,06	0,876**	8,586**	4,02	4,77	2,04
9	Katch & McArdle	1973	15,66	2,27	0,782**	-3,905**	-1,98	3,41	2,63
10	Katch & McArdle	1973	16,8	3,47	0,680**	-5,501**	-3,12	4,40	3,09
11	Durnin & Womersley	1974	15,09	3,47	0,806**	-3,145*	-1,41	2,84	2,50
12	Durnin & Womersley	1974	13,92	2,93	0,806**	-0,517	-0,24	2,51	2,50
13	Durnin & Womersley	1974	13,44	2,92	0,806**	0,529	0,24	2,51	2,50
14	Durnin & Womersley	1974	13,07	2,96	0,586**	0,980	0,61	3,45	3,42
15	Durnin & Womersley	1974	13,41	2,98	0,799**	0,577	0,27	2,54	2,54
16	Jackson & Pollock	1978	8,38	2,80	0,854**	12,635**	5,30	5,78	2,20
17	Jackson & Pollock	1978	8,05	3,02	0,878**	14,680**	5,63	6,01	2,02
18	Lohman	1981	7,48	1,01	0,859**	10,166**	6,20	7,04	2,16
19	Thorland et al	1984	9,10	2,96	0,822**	10,382**	4,58	5,18	2,40
20	Thorland et al	1984	10,40	3,69	0,880**	9,112**	3,28	3,83	2,00
21	Guedes	1985	11,30	3,92	0,827**	5,490**	2,38	3,36	2,37
22	Guedes	1985	10,30	3,81	0,874**	9,149**	3,38	3,94	2,05
23	Guedes	1985	11,81	4,01	0,848**	4,583**	1,87	2,92	2,24
24	Guedes	1985	12,01	3,99	0,855**	4,176**	1,67	2,75	2,19
25	Guedes	1985	11,47	4,08	0,841**	5,253**	2,21	3,19	2,28
26	Guedes	1985	11,37	4,09	0,873**	6,132**	2,31	3,10	2,06
27	Guedes	1985	11,30	4,00	0,886**	6,694**	2,38	3,07	1,96
28	Guedes	1985	10,35	4,06	0,886**	9,337**	3,33	3,86	1,96
29	Withers et al	1987	-	-	-	-	-	-	-
30	Withers et al	1987	10,49	2,46	0,909**	7,953**	3,19	3,87	1,76
31	Dotson & Davis	1991	-	-	-	-	-	-	-
32	Petroski	1995	11,83	2,59	0,790**	3,823**	1,85	3,23	2,59
33	Petroski	1995	11,49	2,18	0,833**	4,532**	2,19	3,43	2,33
34	Petroski	1995	12,16	2,75	0,750**	2,998*	1,52	3,17	2,79
35	Petroski	1995	12,26	2,68	0,756**	2,824**	1,43	3,11	2,76
36	Petroski	1995	11,55	2,71	0,795**	4,484**	2,13	3,36	2,56
37	Petroski	1995	11,87	2,80	0,759**	3,637**	1,81	3,28	2,75
38	Eston et al	2005	12,82	2,51	0,829**	1,872	0,86	2,66	2,36
39	Eston et al	2005	12,75	2,75	0,882**	2,357**	0,94	2,37	1,99
40	Reilly et al	2009	10,48	1,41	0,888**	5,869**	3,20	4,38	1,94

DP: desvio-padrão; R: coeficiente de correlação; t: teste "t" pareado; EC: erro constante; ET: erro total; EPE: erro padrão de estimativa; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

A equação 4, de Faulkner (1968), 16 e 17, de Jackson & Pollock (1978), são modelos matemáticos clássicos, desenvolvidos por meio da Pesagem Hidrostática. São equações bastante disseminadas no meio esportivo, e da mesma forma apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$ para a equação 4; $p < 0,01$ para as equações 16 e 17) quando comparados ao método de referência utilizado nesse estudo.

Vale destacar que as equações 2, 9, 10, 11 e 12 foram as únicas das 40 equações analisadas a apresentar valores médios de percentual de gordura estimado superiores aos valores mensurados pelo DXA.

Todas as equações alcançaram correlações fortes, exceto as equações 10 (KATCH & MCARDLE, 1973) e 14 (DURNIN & WOMERSLEY, 1974) que apresentaram ($R=0,680$ e $R=0,586$ respectivamente) correlação moderada com o DXA. O maior valor ($R=0,909$) foi obtido pela equação 30 (WITHERS et al, 1987) desenvolvida utilizando em sua amostra atletas de vários esportes.

Os valores de correlação das equações 2, 6, 7, 9, 10, 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 34, 35, 36 e 37 apresentaram-se abaixo dos estudos originais (Tabela 1), este achado é similar ao estudo de Moura et al (2003) que encontrou valores R inferiores aos estudos originais na tentativa de validar as equações 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 34, 35 e 36 para utilização em atletas de futebol da categoria sub-20. Divergindo do estudo de Moura et al (2003), encontramos valores de R mais elevados que os estudos originais nas equações 3, 5, 8, 19, 20, bem como nas equações 38 e 39.

Considera-se, portanto, que os valores apresentados na análise de correlação sustentam, de forma consistente, o poder de predição das equações envolvidas, devido os coeficientes encontrados apresentarem valores associativos de forte a moderados. Segundo Vincent (1995), somente valores acima de $R=0,70$ poderiam ser considerados como aceitáveis. Portanto somente as equações 10 (KATCH & MCARDLE, 1973) e 14 (DURNIN & WOMERSLEY, 1974) não superam estes valores.

O erro constante (EC) é da subtração da medida de percentual de gordura corporal estimada pelo percentual de gordura corporal mensurado pelo DXA. No presente estudo as equações 3, 8, 16, 17, 18 e 19 apresentaram valores

relativamente elevados de EC (> 3,5%), já as demais equações apresentaram EC baixos (< 3,5%).

Quanto menor a medida do EC e Erro Padrão de Estimativa (EPE), maior será a segurança afetada pela variabilidade da amostra. Conseqüentemente, vale ressaltar que todas as equações que não diferiram estatisticamente do valor de percentual de gordura mensurado com o DXA, apresentaram EC diminutos (entre -0,80 e 0,89).

Em relação ao erro total (ET), as equações 3, 8, 10, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 28, 30 e 40 apresentaram-se acima dos valores esperados ($ET \geq 3,5\%$), com as demais equações apresentando baixos valores de ET.

Analisando o EPE, nota-se que os valores encontrados foram inferiores a 3,42. As equações 20, 27, 28, 30, 39 e 40 apresentaram classificação ideal ($\leq 2,0\%$) segundo Lohman (1992); as equações 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 33 e 38 apresentaram classificação excelente (2,0 a 2,5%); as equações 1, 6, 9, 15, 32, 34, 35, 36 e 37 apresentaram classificação muito boa (2,5 a 3,0) e as demais equações 10 e 14 apresentaram classificação boa (3,1 a 3,5%).

Dessa forma, apenas 7 equações: 2 (DURNIN & RAHMAN, 1967); 7 (FORSYTH & SINNING, 1973); 12, 13, 14 e 15 (DURNIN & WOMERSLEY, 1974) e 38 (ESTON et al, 2005) foram totalmente validadas pelo DXA (tabela 6), levando em consideração os procedimentos sugeridos por Lohman (1992).

Tabela 6: Equações validadas pelo DXA

Equação	Referência	Ano	Média	DP	R	t	EC	ET	EPE
	DXA		13,68	4,22	-	-	-	-	-
2	Durnin & Rahman	1967	14,48	2,94	0,806**	-1,761	-0,80	2,62	2,50
7	Forsyth & Sinning	1973	13,33	4,47	0,816**	0,731	0,35	2,62	2,44
12	Durnin & Womersley	1974	13,92	2,93	0,806**	-0,517	-0,24	2,51	2,50
13	Durnin & Womersley	1974	13,44	2,92	0,806**	0,529	0,24	2,51	2,50
14	Durnin & Womersley	1974	13,07	2,96	0,586**	0,980	0,61	3,45	3,42
15	Durnin & Womersley	1974	13,41	2,98	0,799**	0,577	0,27	2,54	2,54
38	Eston et al	2005	12,82	2,51	0,829**	1,872	0,86	2,66	2,36

DP: desvio-padrão; R: coeficiente de correlação; t: teste "t" pareado; EC: erro constante; ET: erro total; EPE: erro padrão de estimativa; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

Os achados do presente estudo acompanham em parte os resultados encontrados na literatura.

Moura et al (2003), procuraram validar modelos matemáticos desenvolvidos a partir de diferentes populações, para estimativa da composição corporal em atletas de futebol da categoria sub-20. Foi utilizado o método de Pesagem Hidrostática e critérios de validação sugeridos por Lohman (1992), para analisar a exatidão de 31 equações antropométricas (1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 34, 35, 36 e 37). Os autores concluíram que os modelos matemáticos analisados não apresentam validade para a população em questão, subestimando os valores da densidade corporal e produzindo erros na avaliação da composição corporal.

O estudo anterior diverge da presente pesquisa pelo fato de em nossos achados apresentarmos a validade das equações 2, 7, 12, 13, 14, 15 e 38, provavelmente devido a característica etária da amostra utilizada.

Em outro estudo, Fonseca, Marins & Silva (2007) utilizaram o método de Pesagem Hidrostática e os critérios sugeridos por Lohman (1992), para verificar a validade de 11 equações antropométricas na estimativa da composição corporal em atletas profissionais de futebol, participantes do campeonato do Rio Grande do Sul. Os autores não encontraram validade nas equações 2, 3, 6, 8, 11, 18, 19, 23 e 32, porém a encontraram com as equações 16 e 17 (JACKSON & POLLOCK, 1978).

Como no estudo anterior, não encontramos validade nas equações 3, 6, 8, 11, 18, 19, 23 e 32. Porém em nossos achados encontramos validade na equação 2 (DURNIN & RAHMAN, 1967), o mesmo não ocorrendo em relação as 16 e 17, propostas originalmente por Jackson & Pollock (1978).

Mais recentemente, Reilly et al (2009) comparam os resultados de percentual de gordura de futebolistas ingleses, com os resultados de percentual de gordura preditos pelas equações 11, 18, 30, 38 e 39, além de propor um modelo matemático para a predição da gordura corporal (equação 40). Todas as equações apresentaram uma forte correlação com o método DXA, porém somente a equação 30 (WITHERS et al, 1987), apresentou-se adequada para predizer o percentual de gordura.

A presente pesquisa vai ao encontro dos resultados obtidos no estudo citado anteriormente, na medida em que não encontramos validade nas equações 11, 18, 30 e 39. Porém nossos resultados apontaram para a não validação da equação 40 (REILLY et al, 2009) e validação da equação 38 (ESTON et al, 2005),

em relação estimativa da gordura corporal em futebolistas que atuam nos clubes da capital do estado do Paraná.

Vale ressaltar que em seu estudo Reilly et al (2009), não realizou todos os critérios para a devida validação das equações já existentes na literatura e modelo matemático proposto.

5.0 CONCLUSÃO

Todos os modelos matemáticos desenvolvidos no presente estudo, principalmente os modelos lineares, parecem possuir a capacidade de prever a gordura corporal, tendo em vista a sua especificidade, no que diz respeito à amostra utilizada em seu desenvolvimento, localização e quantidade de pontos anatômicos utilizados para a mensuração das medidas antropométricas, porém antes de tal afirmação estes modelos matemáticos precisam ser validados.

Em relação a validação das equações matemáticas já existentes na literatura. Apesar de todas as equações matemáticas apresentadas na tabela 1 terem alcançado correlações fortes ou moderadas com o DXA, sustentando de forma consistente o poder de predição dos modelos matemáticos envolvidos, somente as equações 2, 7, 12, 13, 14, 15 e 38 (tabela 6) não apresentaram diferenças estatisticamente significantes com o método de referência e apresentaram EC diminutos (entre -0,80 e 0,89); baixos valores de ET ($\leq 3,5\%$) e valores de EPE aceitáveis ($\leq 3,5\%$), classificados como: excelente (2,1 a 2,5%) para as equações 2, 7, 12, 13 e 38; muito bom (2,5 a 3,0) para a equação 15 e bom (3,1 a 3,5) para a equação 14.

Sendo assim dos 40 modelos matemáticos apresentados na tabela 1, apenas as equações: 2 (DURNIN & RAHMAN, 1967), 7 (FORSYTH & SINNING, 1973), 12, 13, 14 e 15 (DURNIN & WOMERSLEY, 1974) e 38 (ESTON et al, 2005) atenderam todos os critérios de validação e foram validadas pelo método DXA em relação a população estudada.

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, T.; RESTIVO, M.T.; GUERRA, R.; MARQUES, E.; CHOUSAL, M.F. & MOTA, J. Accuracy of a digital skinfold system for measuring skinfold thickness and estimating body fat. **British Journal of Nutrition**. v.105, p.478-484, 2011.

BALL, S.D.; ALTENA, T.S. & SWAN, P.D. Comparison of anthropometry to DXA: a new prediction equation for men. **European Journal of Clinical Nutrition**. v. 58, p. 1525–1531, 2004.

PRIOR, B.M.; CURETON, K.J; MODLESKY, C.M; EVANS, E.M; SLONIGER, M.A; SAUNDERS, M. & LEWIS, R.D. In vivo validation of whole body composition estimates from dual-energy X-ray absorptiometry. **Journal Applied Physiology**. v.83, p. 623-630, 1997.

BOTTARO, M.F.; HEYWARD, V.H.; BEZERRA, R.F.A. & WAGNER, D.R. Skinfold method vs dual-energy x-ray absorptiometry to assess body composition in normal and obese women. **Journal of Exercise Physiology**. v.5, p.11-18, 2002.

BRACCO, D.; THIEBAUD, D.; CHIOLERO, R.L.; LANDRY, M.; BURCKHARDT, P. & SCHUTZ, Y. Segmental body composition assessed by bioelectrical impedance analysis and DEXA in humans. **Journal Applied Physiology**. v.81, p.2580-2587, 1996.

BRODOWICZ, G.R.; MANSFIELD, R.A.; MACCLUNG, M.R. & ALTHOFF, S.A. Measurement of body composition in Elderly: Dual Energy X-Ray Absorptiometry, underwater weighing, bioelectrical impedance analysis, and anthropometric. **Gerontology**. v.40, n.6, p.332-339, 1994.

BROZEK, J., ANDERSON, J.T. & KEYS, A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. **Annals of the New York Academy Sciences**. v. 110. p. 113-140, 1963.

CHAN, D.F.Y.; LI, A.M.; SO, H.K.; YIN, J. & NELSON, E.A.S. New Skinfold-thickness Equation for Predicting Percentage Body Fat in Chinese Obese Children. **Hong Kong Journal of Pediatrics**. v.14, p.96-102, 2009.

CLARK, J.R. Higher log position is not associated with better physical fitness in professional soccer teams in South Africa. **American Journal of Sports Medicine**. vol.19, p.40-45, 2007.

CLASEY, J.L.; KANALEY, J.A.; WIDEMAN, L. HEYMSFIELD, S.B.; TEATES, C.D. GUTGESELL, M.E.; THORNER, M.O.; HARTMAN, M.L. & WELTMAN, A. Validity of methods of body composition assessment in young and older men and women. **Journal Applied Physiology**. v.86, p.1728-1738, 1999.

CYRINO, E.S. Comparação entre a Adiposidade Subcutânea dos Hemicorpos Direito e Esquerdo. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.15, p.446-449, 2009.

DALE, R.W. & HEYWARD, V.H. Validity of two-component models for estimating body fat of black men. **Journal Applied Physiology**. v.90, p.649–656, 2001

DOTSON, C. & DAVIS, P. **Manual of certified fitness coordinator training program**. Burtsonville:Ara/Human Factors. Unit 3-7, 3-8, 3-9. Body Composition, 1991.

DURNIN, J.V.A. & WORSLEY, J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. **British Journal of Nutrition**. v.32, p. 77, 1974.

DURNIN, J.V.G. & RAHAMAN, M.M. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. **British Journal of Nutrition**. v. 21, p. 681, 1967.

ELLIS, K.J. Human Body Composition: In Vivo Methods. **Physiological Reviews**. v.80, p. 649-671, 2000.

ESCO, M.R.; OLSON, M.S.; WILLIFORD, H.N.; LIZANA, S.N.; & RUSSELL, A.R. The Accuracy of Hand-to-Hand Bioelectrical Impedance Analysis in Predicting Body Composition in College-Age Female Athletes. **Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 24, 2010.

ESTON, R.G.; ROWLANDS, A.V.; CHARLESWORTH, S.; DAVIES, A. & HOPPITT, T. Prediction of DXA-determined whole body fat from skinfolds: importance of including skinfolds from the thigh and calf in young, healthy men and women. **European Journal of Clinical Nutrition**. v.59. p.695-702, 2005.

FAULKNER, J.A. Physiology of swimming and diving. **Exercise Physiology**. Baltimore, Academic Press. 1968.

FLACK, S. Body composition of elite American athletes. **American Journal Sports Medicine**. v.11, p.398-403, 1983.

FONSECA, P.H.S.; MARINS, J.C.B. & SILVA, A.T. Validação de equações antropométricas que estimam a densidade corporal em atletas profissionais de futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.13, p. 153-156, 2007.

FORNAZIERO, A.M.; OSIECKI, R.; SPISILA, F. & HERNANDEZ, S.G. Análise comparativa entre equações preditivas de gordura corporal em atletas de futebol profissional. São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento** - Anais do XXXI Simpósio Internacional de Ciências do Esporte. v.16. p. 242-242, 2008.

FORNETTI, W.C.; PIVARNIK, J.M.; FOLEY, J.M. & FIECHTNER, J.J. Reability and validity of body composition measures in female athletes. **Journal Applied Physiology**. v.87, p.1114-1122, 1999.

FORSYTH, H.L & SINNING, W.E. The anthropometric estimation of body density and lean body weight of male athletes. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v.5, p.160-174, 1973.

GARRET, W.E. & KIRKENDALL, D.T. **A Ciência do Exercício e dos Esportes**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

GHORAYEB, N. & BARROS, T. **O Exercício** – Preparação Fisiológica, Avaliação Médica, Aspectos Especiais e Preventivos. São Paulo: Atheneu, 1ed., 2004.

GLANER, M.F. & RODRIGUEZ-ANEZ, C.R. Validação de Equações para Estimar a Densidade Corporal e/ou Percentual de Gordura para Militares Masculinos. **Revista Treinamento Desportivo**. v. 4, n.1, p. 29-36, 1999a.

GLANER, M.F. & RODRIGUEZ-ANEZ, C.R. Validação de Procedimentos Antropométricos para Estimar a Densidade Corporal e Percentual de Gordura em Militares Masculinos. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. v. 1, p. 24-29, 1999b.

GOTFREDSEN, L.; BAEKSGAARD, L. & HILSTED, J. Body composition analysis by DEXA by using dynamically changing samarium filtration. **Journal Applied Physiology**. v.82, p.1200-1209, 1997.

GUEDES, D.P. & SAMPEDRO, R.M.F. Considerações sobre a avaliação da gordura corporal através da determinação dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**. v.6, p. 160-171, 1985.

GUEDES, D.P. **Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 1985.

ITTENBACH, R.F.; BUISSON, A.M.; STALLINGS, V.A. & ZEMEL, B.S. Statistical validation of air-displacement plethysmography for body composition assessment in children. **Annals of human biology**. v.33, n.2, p.187-201, 2006.

JACKSON, A.S. & POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal Nutrition**. v.40, p.497, 1978.

JACKSON, A.S., POLLOCK, M.L. & WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v.12, p.175-182, 1980.

KATCH, F.I. & MCARDLE, W.D. Prediction of body density from simple anthropometric measurements in college-age men and women. **Human Biology**. v.45, p.445-455, 1973.

LEAN, M.E.J.; HAN, T.S. & DEURENBERG, P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.63, p. 4-14, 1996.

LOHMAN, T.G. Skinfolts and body density and their relation of body fatness: A review. **Human Biology**. v.53. p. 181-225, 1981.

LOHMAN, T.G. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. **Exercise and Sport Sciences Reviews**. v.14. p. 325-57, 1986.

LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F. & MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign, IL: Human Kinetics Books, 1988.

LOHMAN, T.G. **Advances in body composition assessment**. Human kinetics Publishers. Champaign, Illinois, 1992.

LOHMAN, T.G, HARRIS, M.; TEIXEIRA, P.J.; Weiss L. Assessing body composition and changes in body composition: another look at dual-energy X-ray absorptiometry. **Annals of the New York Academy Science**. v.904, p. 45-54, 2000.

LÓPEZ, C.J.A.; ARMENGOL, R.O.; CHAVARREN, C.J. & DORADO, G.C. An anthropometric equation for the determination of the percentage of body fat in young men from the Canarian population. **Medicina Clinica**. v.108, p. 207-213, 1997.

LORENZO, A.; BERTINI, I.; CANDELORO, N.; IACOPINO, L.; ANDREOLI, A & VAN LOAN, M.D. Comparison of different techniques to measure body composition in moderately active adolescents. **British Journal of Sports Medicine**. v.32, p. 215–219, 1998.

LUKASKI, H. C., BOLUNCHUK W. W., HALL C B & SIDERS W. A. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. **Journal of Applied Physiology**. v.60. p.1127-32, 1987.

MALINA, R.M. Quantification of fat, muscle and bone in man. **Clinical Orthopaedics & Related Research**. v.65, p. 9-13, 1969.

MARQUES, M.B.; HEYWARD, V. & PAIVA, C.E. Validação cruzada de equações de bio-impedância em mulheres brasileiras por meio de Absortometria radiológica de dupla energia (DXA). **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.8, p.14-20, 2000.

McARDLE, W.; KATCH, F. & KATCH, F. **Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 6 ed., 2008.

MELLO, M.T.; DÂMASO, A.R.; ANTUNES, H.K.M.; SIQUEIRA, K.O.; CASTRO, M.L.; BERTOLINO, S.V.; STELLA, S.G. & TUFIK, S. Avaliação da composição corporal em adolescentes obesos: o uso de dois diferentes métodos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.11, p. 267-270, 2005.

MERO, A.A.; OJALA, T.; HULMI, J.J.; PUURTINEN, R.; KARILA, T.A.M. & SEPPÄLÄ, T. Effects of alfa-hydroxy-isocaproic acid on body composition, DOMS and performance in athletes. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**. v.7, p.1-8, 2010.

MOURA, J.A.R.; RECH, C.R.; FONSECA, P.H.S.; ZINN, J.L. Validação de Equações para a Estimativa da Densidade Corporal em Atletas de Futebol Categoria sub-20. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. v.5. p. 22-32, 2003.

NAGAMINE, S. & SUZUKI, S. Antropometry and Body Composition of Japanese Young Men and Women. **Human Biology**. v.36, p.8-15, 1964.

NORCROSS, J. & VAN LOAN, M.D. Validation of fan beam dual energy x ray absorptometry for body composition assessment in adults aged 18-45 years. **American Journal of Sports Medicine**. v.38, p.476, 2004.

NORTON, K. & OLDS, T. **Antropométrica: Um livro sobre medidas corporais para o esporte e cursos da área da saúde**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PESTANA, M.H. & GAGEIRO, J.N. **Análise de dados para ciências sociais: A complementaridade do SPSS**. Lisboa: Edições Sílabo 3 ed., 2003.

PETROSKI, E.L. & PIRES-NETO, C. Validação de Equações Antropométricas para a Estimativa da Densidade Corporal em Homens. **Revista Brasileira de Atividade e Saúde**. v.1, p. 5-14, 1996.

PETROSKI, E.L. **Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, 1995.

PETROSKI, E.L. **Antropometria: Técnicas e padronizações**. Porto Alegre: Pallotti 2 ed., 2003.

PRIOR, B.M.; CURETON, K.J.; MODLESKY, C.M.; EVANS, E.M.; SLONIGER, M.A.; SAUNDERS, M. & LEWIS, R.D. In vivo validation of whole body composition estimates from dual-energy X-ray absorptiometry. **Journal Applied Physiology**. v.83, p.623-630, 1997.

RECH, C.R.; FERREIRA, L.A.; CORDEIRO, B.A.; VASCONCELOS, F.A.G. & PETROSKI, E.L. Estimativa da composição corporal por meio da absorptometria radiológica de dupla energia. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.15, p.87-98, 2007.

REILLY, T.; GEORGE, K.; MARFELL-JONES, M.; SCOTT, M.; SUTTON, L. & WALLACE, J.A. How Well do Skinfold Equations Predict Percent Body Fat in Elite Soccer Players?. **International Journal of Sports Medicine**. v.30, p.607 – 613, 2009.

REINKE, S.; KARHAUSEN, T.; DOEHNER, W.; TAYLOR, W.; HOTTENROTT, K.; DUDA, G.N.; REINKE, P.; VOLK, H.D. ANKER, S.D. The Influence of Recovery and Training Phases on Body Composition, Peripheral Vascular Function and Immune System of Professional Soccer Players. **PLoS ONE**. v.4, p.1-7, 2009.

REZENDE, F.A.C.; ROSADO, L.E.F.P.L.; PRIORE, S.E. & FRANCESCHINI, S.C.C. Aplicabilidade de equações na avaliação da composição corporal da população brasileira. **Brazilian Journal of Nutrition**. v.19, p. 357-367, 2006.

RODRIGUEZ-ANEZ, C.R. **Desenvolvimento de Equações para a estimativa da Composição Corporal de Soldados e Cabos do Exército Brasileiro**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 1997.

SALAMONE, L.M.; FUERST, T.; VISSER, M.; KERN, M.; LANG, T.; DOCKRELL, M.; CAULEY, J.A.; NEVITT, M.; TYLAVSKY, F. & LOHMAN, T.G. Measurement of fat mass using DEXA: a validation study in elderly adults. **Journal Applied Physiology**. v.89, p.345-352, 2000.

SILVESTRE, R. KRAEMER, W.J.; WEST, C.; JUDELSON, D.A.; SPIERING, B.A.; VINGREN, J.L.; HATFIELD, D.L.; ANDERSON, J.M. & MARESH, C.M. Body Composition and Physical Performance During a National Collegiate Athletic Association Division I Men's Soccer Season. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.20, p.962-970, 2006.

SIRI, W.E. Body composition from fluid space and density. In J. Brozek & Hanschel, A., **Techniques for measuring body composition**. Washington, D.C. National Academy of Science. p.223-224, 1961.

SLAUGHTER, M.H.; LOHMAN, T.G.; BOILEAU, R.A.; HORSWILL, C.A.; STILLMAN, R.J.; VAN LOAN, M.D. & BEMBEN, D.A. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human Biol**. v.60, p. 709-23, 1988.

SLOAN, A.W; BURT, J.J & BLYTH, C.S. Estimation of body fat in young women. **Journal Applied Physiology**. v.17, p. 967-976, 1962.

SLOAN, A.W. Estimation of body fat in young men. **Journal Applied Physiology**. v.23, p. 311-315, 1967.

SOUZA, J. Variáveis antropométricas, metabólicas e neuromotoras de jogadores de futebol das categorias mirim, infantil, juvenil e júnior e em relação á posição de jogo: um estudo comparativo. **Revista Treinamento Desportivo**. v. 4, p. 43-48, 1999.

SUTTON, L.; SCOTT, M.; WALLACE, J. & REILLY, T. Body composition of English Premier League soccer players: Influence of playing position, international status, and ethnicity. **Journal of Sports Sciences**. v.27, n.10. p.1019-1026, 2009.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K. **Métodos de pesquisa em atividade física**. São Paulo: Manole, 5 ed., 2007.

THORLAND, W.G et al. Estimation of body density in adolescent athletes. **Human Biology**. v.56, p.439-448, 1984.

VAN DER PLOEG,G.E.; WITHERS, R.T. & LAFORGIA, W.J. Percent Body fat via DEXA: comparison with a four-compartment model. **Journal Applied Physiology**. v.94, p.499-506, 2003.

VINCENT, W.J. **Statistics in Kinesiology**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1995.

WILMORE, J.H. & BEHNKE, A.R. An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young men. **Journal of Applied Physiology**. v.27, p.25-31, 1969.

WILMORE, J.H. Body composition in sport and exercise: directions for future research. **Medicine & Science of Sports & Exercise**. v.15, p.21-31, 1983.

WILMORE, J.H. & COSTILL, D.L. **Fisiologia do Exercício e do Esporte**. São Paulo: Manole, 4 ed., 2010.

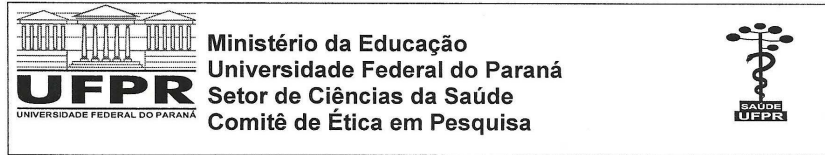
WITHERS, R.T.; CRAIG, P.C.; BOURDON, P.C. & NORTON, K.I. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. **European Journal of Applied Physiology**. v.56, p. 191-2000 , 1987.

WITTICH, A.; OLIVERI, M.B.; ROTEMBERG, E. & MAUTALEN, C. Body composition of professional football (soccer) players determined by dual x-ray absorptiometry. **Journal of Clinical Densitometry**. v.4, p.51-55, 2001.

YUHASZ, M.S. **The effects of sports training on body fat in man with prediction of optimal body weight**. Tese de Doutorado. University of Illinois, 1962.

8.0 ANEXOS

Anexo 1 - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos



Curitiba, 10 de dezembro de 2010

Ilmo (a) Sr. (a)
Luiz Fernando Novack

Nesta

Prezado(a) Pesquisador(a),

Comunicamos que o Projeto de Pesquisa intitulado “**Proposição e Validação de Equações para a Estimativa da Gordura Corporal em Futebolistas**” está de acordo com as normas éticas estabelecidas pela Resolução CNS 196/96, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da UFPR, em reunião realizada no dia 27 de outubro de 2010 e apresentou pendência(s). Pendência(s) apresentada(s), documento(s) analisado(s) e projeto aprovado em 02 de dezembro de 2010.

Registro CEP/SD: 1024.149.10.10

CAAE: 5114.0.000.091-10

Conforme a Resolução CNS 196/96, solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos.

Data para entrega do relatório final ou parcial: 02/06/2011.

Atenciosamente

Prof.ª. Dr.ª. Cláudia Seely Rocco
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde

Prof.ª. Dr.ª. Cláudia Seely Rocco
Coordenadora do Comitê de Ética
em Pesquisa - SD/UFPR

Anexo 2 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Por favor, leia com atenção as informações contidas abaixo antes de dar o seu consentimento para participar desse estudo.

a) Você, atleta de futebol, está sendo convidado a participar de um estudo intitulado “**Proposição e Validação de Equações para a Estimativa da Gordura Corporal em Futebolistas**”. É através das pesquisas clínicas que ocorrem os avanços importantes em todas as áreas, e sua participação é fundamental.

b) O objetivo desta pesquisa é de propor e validar equações de estimativa da gordura corporal, específica para atletas de futebol, utilizando-se de medidas de circunferências, diâmetros ósseos e espessura de dobras cutâneas e o método de Absortometria de Raios-X de Dupla Energia (DXA) como referência. Em outras palavras, esse estudo busca desenvolver um modelo matemático para descobrir a quantidade de gordura corporal através de um método indolor, de baixo custo e não invasivo.

c) Caso você participe da pesquisa, serão realizadas duas avaliações, sendo elas: avaliação antropométrica e avaliação da composição corporal com o DXA. Na avaliação antropométrica, serão avaliados o seu peso corporal e estatura, além da espessura de 9 dobras cutâneas (peitoral, bíceps, subescapular, tricipital, axilar, supra-ílica, abdominal, coxa e panturrilha), 11 circunferências (tórax, braço relaxado, braço contraído, antebraço, cintura, abdômen, quadril, coxa proximal, coxa medial, coxa distal e panturrilha) e 4 diâmetros ósseos (punho, cotovelo, joelho e tornozelo). Essa avaliação tem a duração de aproximadamente 30 minutos. A outra etapa de coleta de dados é a análise da composição corporal com o método DXA, que será realizada com você utilizando apenas calção e camiseta e sem qualquer tipo de metal (anel, brinco, corrente, relógio, etc.). Você ficará deitado sobre uma mesa com as pernas e braços levemente afastados e sem realizar movimentos, onde o sensor do equipamento irá passar por toda a extensão do seu corpo com uma velocidade relativamente lenta, esta avaliação terá a duração de aproximadamente 20 minutos.

d) Os riscos que envolvem o seu tratamento são: os procedimentos envolvidos no presente estudo não envolvem riscos.

e) Para tanto você deverá comparecer no Centro de Estudos da Performance Física (CEPEFIS), laboratório que fica no Departamento de Educação Física (DEF) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Campus Botânico, para a realização das avaliações antropométricas por aproximadamente 30 minutos. Além disso, você irá participar do exame de composição corporal com o DXA, com duração de aproximadamente vinte minutos, a ser realizado no Serviço de Endocrinologia e Metabologia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal do Paraná (SEMPR).

f) Contudo os benefícios esperados são: verificar a quantidade de gordura em seu corpo, utilizar os resultados das coletas para auxiliar nos seus treinamentos.

g) Os pesquisadores, Prof. Dr. Raul Osiecki, professor adjunto do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, e seu aluno de mestrado Prof. Luiz Fernando Novack são os responsáveis pelo seu tratamento e poderão esclarecer eventuais dúvidas a respeito desta pesquisa. Eles poderão ser encontrados pessoalmente de segunda à sexta-feira das 8:00 às 18:00h no Centro de Estudos da Performance Física, Departamento de Educação Física da UFPR, Rua Coração de Maria, 92, BR 116, km 95, Jardim Botânico, ou nos telefones 9601-2187 (Raul) ou 8429-4405 (Luiz), além de contatos via e-mail para: raullk@ufpr.br (Raul) e lfnovack@hotmail.com (Luiz).

h) Estão garantidas todas as informações que você queira, antes durante e depois do estudo.

i) A sua participação neste estudo é voluntária. Contudo, se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá solicitar de volta o termo de consentimento livre esclarecido assinado.

j) As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas pelos médicos que executam a pesquisa e pelas autoridades legais. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a **confidencialidade** seja mantida.

k) Todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa (exames, medicamentos etc.) não são da sua responsabilidade.

l) Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro.

m) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, _____ li o texto acima e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação no estudo a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem que esta decisão afete meu tratamento. Eu entendi o que não posso fazer durante o tratamento e sei que qualquer problema relacionado ao tratamento será tratado sem custos para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Assinatura do Avaliado
RG: _____

Assinatura do Pesquisador Responsável
Prof. Msd. Luiz Fernando Novack (CREF 011967-G/PR)
RG: 7.235.790-6 (PR)

Curitiba, ____ de _____ de 2010.

Anexo 3 – Erro Técnico de Medida (ETM) Intra-avaliador

Variável	ETM absoluto	ETM relativo
Circunferências		
Tórax	0,65	0,68
Braço	0,13	0,43
Braço contraído	0,22	0,67
Antebraço	0,11	0,40
Cintura	0,49	0,61
Abdômen	0,38	0,47
Quadril	0,59	0,60
Coxa proximal	0,34	0,59
Coxa medial	0,46	0,88
Coxa distal	0,28	0,64
Panturrilha	0,18	0,47
Diâmetros ósseos		
Biestilóide	0,08	1,46
Biepicondiliano do úmero	0,09	1,33
Bimaleolar	0,10	1,36
Biepicondiliano do fêmur	0,10	0,54
Dobras cutâneas		
Peito	0,26	4,05
Bíceps	0,21	4,86
Subescapular	0,24	2,64
Tríceps	0,29	3,89
Axilar media	0,35	4,38
Supra-ilíaca	0,40	3,57
Abdômen	0,23	1,94
Coxa	0,23	2,48
Panturrilha	0,27	4,23

Resultados obtidos em estudo piloto utilizando a técnica descrita por Norton & Olds (2005). As circunferências, diâmetros ósseos e espessura de dobras cutâneas foram coletados de acordo com a metodologia descrita na presente pesquisa, em dois momentos distintos. A amostra do estudo piloto foi constituída de 20 atletas de futebol da categoria sub-20.

Anexo 4 - Ficha de Anotação para Avaliação Antropométrica

Atleta: _____

Data nascimento: ____/____/____ idade: _____

Peso: _____ Estatura: _____

CIRCUNFERÊNCIAS

	<i>medida 1</i>	<i>medida 2</i>	<i>medida 3</i>
Tórax:	_____	_____	_____
Braço direito			
<i>relaxado:</i>	_____	_____	_____
<i>contraído:</i>	_____	_____	_____
Antebraço direito:	_____	_____	_____
Cintura:	_____	_____	_____
Abdômen:	_____	_____	_____
Quadril:	_____	_____	_____
Coxa direita			
<i>proximal:</i>	_____	_____	_____
<i>medial:</i>	_____	_____	_____
<i>distal:</i>	_____	_____	_____
Panturrilha direita:	_____	_____	_____

DIÂMETROS ÓSSEOS

	<i>medida 1</i>	<i>medida 2</i>	<i>medida 3</i>
Biestilóide:	_____	_____	_____
Biepicondiliano do úmero:	_____	_____	_____
Bimaleolar:	_____	_____	_____
Biepicondiliano do fêmur:	_____	_____	_____

DOBRAS CUTÂNEAS

	<i>medida 1</i>	<i>medida 2</i>	<i>medida 3</i>
Peitoral:	_____	_____	_____
Bíceps:	_____	_____	_____
Subescapular:	_____	_____	_____
Tricipital:	_____	_____	_____
Axilar:	_____	_____	_____
Supra-ilíaca:	_____	_____	_____
Abdominal:	_____	_____	_____
Coxa:	_____	_____	_____
Panturrilha:	_____	_____	_____

Anexo 5 - Modelo de Laudo da Avaliação DXA



Nome do Paciente

Idade

31 anos

Data do Exame

09.11.2010

Exame Nº

28204

Tomografia por Emissão de Pósitrons - PET/CT
Tomografia Computadorizada Helicoidal Multislice
Ressonância Magnética
Radiologia Geral Digital
Mamografia
Punções e Biópsias
Densitometria Óssea
Ultra-Sonografia Geral e 3D

DENSITOMETRIA ÓSSEA DE CORPO TOTAL

RELATÓRIO

Exame realizado em Corpo Total em equipamento de Densitometria Óssea (DXA) GE - Prodigy, com qualidade técnica adequada.

Resultado:

Densidade mineral óssea no Corpo Total de: 1,452 g/cm² corresponde a 113% da média obtida em uma população normal com a mesma idade e variáveis (Z-Score). O valor obtido corresponde a Z-Score 2,1 desvio padrão (SD).

Interpretação:

Corpo Total com Densidade Mineral Óssea dentro dos limites de normalidade.

Observação:

O valor obtido no Corpo Total, Z-Score encontra-se acima da faixa esperada para a idade.

Composição corporal:

Tecido Adiposo:	11,0%
Tecido Total:	91.906g
Tecido Adiposo:	10.126g
Tecido Magro:	81.780g
Massa Total:	96,5Kg

Critérios estabelecidos pela OMS e recomendados pela Sociedade Brasileira de Densitometria Óssea (SBDENS) considerando-se como referência o desvio padrão (SD) em relação à média dos valores do adulto jovem (T-SCORE) classificam os achados densitométricos da seguinte forma:

0 a -1,0 SD = NORMAL

Menor que -1,0 e maior que -2,5 SD = OSTEOPENIA

Menor ou igual a -2,5 SD = OSTEOPOROSE

A Mínima Variação Significativa (MVS) do serviço é de 3,6%.

O método não permite diferenciar osteoporose de osteomalácia.

Referência do estudo segundo dados do NHANES III.

Novos critérios estabelecidos pela International Society Clinical Densitometry (ISCD) para paciente em pré-menopausa utiliza-se somente o critério Z-Score, sendo normal até -2,0 desvio padrão (SD).

Dr. Guilherme Guiss Maciel

BATEL: Rua Padre Ildefonso, 105 • Batel • CEP 80240-160 • Fone (41) 3270-3270 (estacionamento próprio)
HOSPITAL ECOVILLE - INC: Rua Jeremias Maciel Perreto, 300 • Campo Comprido • CEP 81210-310 • Fone (41) 3028-8565
BOM RETIRO: Rua Roberto Barrozo, 1384 • Bom Retiro • CEP 80520-070 • Fone (41) 3331-6050

www.cetac.com.br

cetac@cetac.com.br

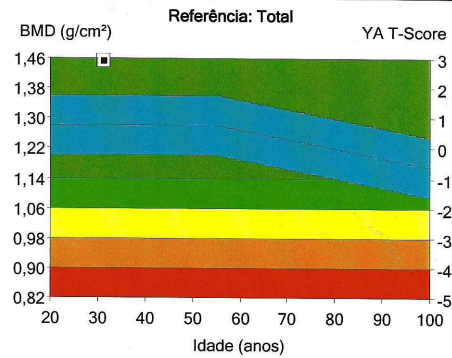
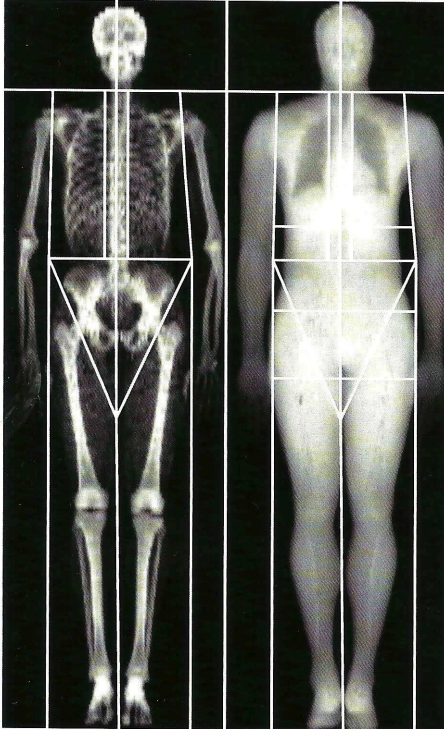
Curitiba • PR

CETAC - Centro Diagnóstico
Densitometria Óssea

Rua Pe. Ildefonso, 100 - Batel - Curitiba/PR - Tel. (41) 3270-3270

Paciente:		ID Estabelecimento:	
Data de Nascimento:	30/7/1979 31,2 anos	Médico:	
Altura / Peso:	190,0 cm 95,5 kg	Medido:	9/11/2010 19:42:23 (8,80)
Sexo / Etnia:	Masculino Branco	Analisado:	9/11/2010 19:42:24 (8,80)

Corpo Inteiro Densidade Óssea



Região	¹ BMD (g/cm ²)	² Jovem Adulto (%) T-Score	³ Corresp. Etária (%) Z-Score
Cabeça	2,087	-	-
Braços	1,072	-	-
Pernas	1,762	-	-
Tronco	1,208	-	-
Costelas	0,843	-	-
Pelve	1,614	-	-
Coluna	1,321	-	-
Total	1,452	119 2,9	113 2,1

COMENTÁRIOS:

Imagem não destinada a diagnóstico

Impresso: 9/11/2010 19:42:58 (8,80) 76:0,15:153,85:31,2 0,00:-1,00
4,80x13,00 14,6:%Gordura=11,0%

0,00:0,00 0,00:0,00

Verifique se existe tecido suficiente acima e abaixo do colo femoral.

Nome de arquivo: tzzmblwef.dfb

Modo de varredura: Padrão 0,04 mrem

1 -Estatisticamente 68% de exames repetidos situam-se dentro de 1DP ($\pm 0,010$ g/cm² para Corpo Inteiro Total)

2 -NHANES (ages 20-30) / USA (ages 20-40) Corpo Inteiro Reference Population (v102)

3 -Correspondência em Idade, Peso (homens 25-100 kg), Etnia



CETAC - Centro Diagnóstico

Densitometria Óssea

Rua Pe. Ildefonso, 100 - Batel - Curitiba/PR - Tel. (41) 3270-3270

Paciente:				ID Estabelecimento:			
Data de Nascimento:	30/7/1979	31,2 anos		Médico:			
Altura / Peso:	190,0 cm	95,5 kg		Medido:	9/11/2010	19:42:23	(8,80)
Sexo / Etnia:	Masculino	Branco		Analisado:	9/11/2010	19:42:24	(8,80)

RESULTADOS AUXILIARES [Corpo Inteiro]

Região	BMD ¹ (g/cm ²)	Jovem Adulto ²		Corresp. Etária ³		BMC (g)	Área (cm ²)
		(%)	T-Score	(%)	Z-Score		
Cabeça	2,087	-	-	-	-	517	248
Braço Esq.	1,059	-	-	-	-	310	293
Perna Esq.	1,774	-	-	-	-	1.007	567
Tronco Esq.	1,190	-	-	-	-	741	623
Esquerda Total	1,447	-	-	-	-	2.353	1.626
Braço Direito	1,086	-	-	-	-	310	285
Perna Direita	1,750	-	-	-	-	1.007	575
Tronco Direito	1,227	-	-	-	-	712	580
Direita Total	1,456	-	-	-	-	2.250	1.545
Braços	1,072	-	-	-	-	620	578
Pernas	1,762	-	-	-	-	2.014	1.143
Tronco	1,208	-	-	-	-	1.453	1.203
Costelas	0,843	-	-	-	-	458	543
Pelve	1,614	-	-	-	-	680	421
Coluna	1,321	-	-	-	-	315	238
Total	1,452	119	2,9	113	2,1	4.603	3.171

1 -Estatisticamente 68% de exames repetidos situam-se dentro de 1DP ($\pm 0,010$ g/cm² para Corpo Inteiro Total)

2 -NHANES (ages 20-30) / USA (ages 20-40) Corpo Inteiro Reference Population (v102)

3 -Correspondência em Idade, Peso (homens 25-100 kg), Etnia

Nome de arquivo: tzzmblwef.dfb



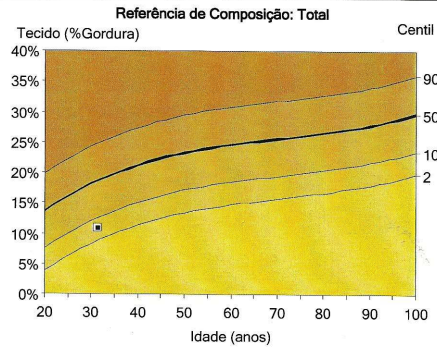
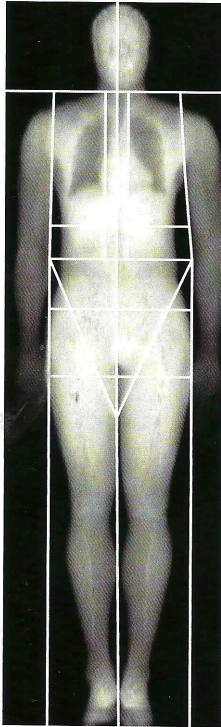
CETAC - Centro Diagnóstico

Densitometria Óssea

Rua Pe. Ildefonso, 100 - Batel - Curitiba/PR - Tel. (41) 3270-3270

Paciente:		ID Estabelecimento:	
Data de Nascimento:	30/11/1979 31,2 anos	Médico:	
Altura / Peso:	190,0 cm 95,5 kg	Medido:	9/11/2010 19:42:23 (8,80)
Sexo / Etnia:	Masculino Branco	Analisado:	9/11/2010 19:42:24 (8,80)

Corpo Inteiro Quantificação de Tecido



Região	Tecido (%Gordura)	Centil ^{2,3}	T. Massa (kg)	Gordo (g)	Magro (g)	BMC (g)
Pernas	11,5	-	-	4.157	31.984	2.014
Tronco	12,2	-	-	4.929	35.471	1.453
Total	11,0	6	96,5	10.126	81.780	4.603

COMENTÁRIOS:

Imagem não destinada a diagnóstico

Impresso: 9/11/2010 19:43:00 (8,80) 76:0,15:153,85:31,2 0,00:-1,00
4,80x13,00 14,6:%Gordura=11,0%

0,00:0,00 0,00:0,00

Verifique se existe tecido suficiente acima e abaixo do colo femoral.

Nome de arquivo: tzzmblwef.dfb

Modo de varredura: Padrão 0,04 mrem

2 -NHANES/EUA Corpo Inteiro Reference Population (v102)

3 -Correspondência em Idade, Peso (homens 25-100 kg), Etnia



CETAC - Centro Diagnóstico

Densitometria Óssea

Rua Pe. Ildefonso, 100 - Batel - Curitiba/PR - Tel. (41) 3270-3270

Paciente:		ID Estabelecimento:	
Data de Nascimento:	30/7/1979 31,2 anos	Médico:	
Altura / Peso:	190,0 cm 95,5 kg	Medido:	9/11/2010 19:42:23 (8,80)
Sexo / Etnia:	Masculino Branco	Analisado:	9/11/2010 19:42:24 (8,80)

COMPOSIÇÃO DO CORPO

Região	Tecido (% Gordura)	Região (% Gordura)	Tecido (g)	Gordo (g)	Magro (g)	BMC (g)	Massa Total (kg)
Braço Esq.	6,3	5,9	5.271	332	4.939	310	-
Perna Esq.	11,5	10,9	18.309	2.108	16.201	1.007	-
Tronco Esq.	12,2	11,8	20.759	2.533	18.226	741	-
Esquerda Total	11,0	10,5	47.072	5.185	41.887	2.353	-
Braço Direito	6,4	6,0	5.335	340	4.996	310	-
Perna Direita	11,5	10,9	17.831	2.048	15.783	1.007	-
Tronco Direito	12,2	11,8	19.641	2.396	17.244	712	-
Direita Total	11,0	10,5	44.834	4.940	39.893	2.250	-
Braços	6,3	6,0	10.606	672	9.935	620	-
Pernas	11,5	10,9	36.140	4.157	31.984	2.014	-
Tronco	12,2	11,8	40.400	4.929	35.471	1.453	-
Andróide	12,1	11,9	5.319	643	4.676	91	-
Ginóide	15,0	14,5	14.154	2.127	12.026	525	-
Total	11,0	10,5	91.906	10.126	81.780	4.603	96,5

TAXAS DE MASSA DE GORDURA

Tronco/ Total	Pernas/ Total	(Braços+Pernas)/ Tronco
0,49	0,41	0,98

2 - NHANES/EUA Corpo Inteiro Reference Population (v102)
3 - Correspondência em Idade, Peso (homens 25-100 kg), Etnia



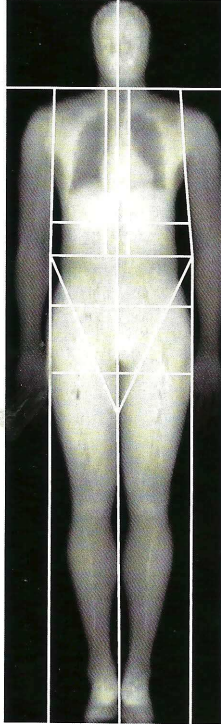
CETAC - Centro Diagnóstico

Densitometria Óssea

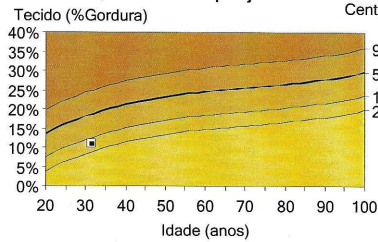
Rua Pe. Ildefonso, 100 - Batel - Curitiba/PR - Tel. (41) 3270-3270

Paciente:		ID Estabelecimento:	
Data de Nascimento:	30/7/1979 31,2 anos	Médico:	
Altura / Peso:	190,0 cm 95,5 kg	Medido:	9/11/2010 19:42:23 (8,80)
Sexo / Etnia:	Masculino Branco	Analisado:	9/11/2010 19:42:24 (8,80)

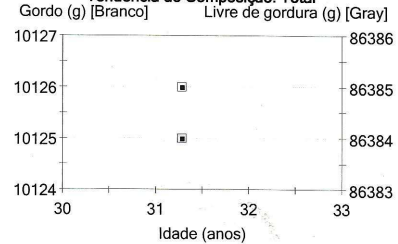
Corpo Inteiro Quantificação de Tecido



Referência de Composição: Total



Tendência de Composição: Total



Tendência: Total										
Medido Data	Idade (anos)	Tecido (%Gordur)	Centil ^{2,3}	T. Massa (kg)	Região (%Gordur)	Tecido (g)	Gordo (g)	Magro (g)	BMC (g)	Livres de gordura
9/11/2010	31,2	11,0	6	96,5	10,5	91.906	10.126	81.780	4.603	86.384

Tendência: Distribuição de gordura					
Medido Data	Idade (anos)	Andróide (%Gordura)	Gonóide (%Gordura)	Taxa A/G	Corpo total (%Gordura)
9/11/2010	31,2	12,1	15,0	0,80	11,0

COMENTÁRIOS:

Classificação BMI da Organização Mundial de Saúde

Índice de peso corporal (BMI) = 26,5

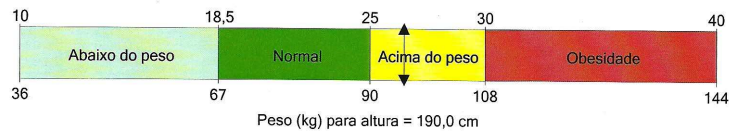


Imagem não destinada a diagnóstico

Impresso: 9/11/2010 19:43:02 (8,80) 76:0,15;153,85;31,2 0,00;-1,00
4,80x13,00 14,6;%Gordura=11,0%
0,00;0,00 0,00;0,00

Verifique se existe tecido suficiente acima e abaixo do colo femoral.

Nome de arquivo: tzzmbiwef.dfb

Modo de varredura: Padrão 0,04 mrem

2 -NHANES/EUA Corpo Inteiro Reference Population (v102)

3 -Correspondência em Idade, Peso (homens 25-100 kg), Etnia