

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA E COMPOSIÇÃO CORPORAL ATRAVÉS DE  
HIDROMETRIA, BIOIMPEDÂNCIA E ANTROPOMETRIA EM ADOLESCENTES  
FISICAMENTE ATIVOS DO DISTRITO FEDERAL.

**Autora: Júlia Aparecida Devidé Nogueira**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Teresa Helena Macedo da Costa**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências da Saúde da  
Universidade de Brasília, como parte das exigências  
para obtenção do grau de doutor em Ciências da Saúde.

Brasília - DF

2<sup>o</sup> Semestre – 2005

Dedico o presente trabalho ao meu pai pelo exemplo e apoio constantes.

À minha mãe pelo amor e confiança incondicionais.

À Fany pelo companheirismo e cumplicidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus.

Agradeço à Teresa Helena Macedo da Costa, minha aliada na busca do saber.

Agradeço à Eliene Souza pela constante colaboração.

Agradeço à Clíslian da Silva, Ana Paula Batista, Bianca Carvalho, Marina Gontijo, Mariana Vieira, Irene Valderrama, Suziane Emerich, Regina Bezerra, Clara Araújo, Laura da Silva e

Emmanuelle de Sousa pela dedicação na coleta dos dados.

Agradeço a todos os adolescentes que participaram do estudo.

Agradeço Eduardo Freitas da Silva pela ajuda com a análise estatística.

I thank Andy Coward for the valuable international collaboration.

I thank Anthony Wright, Michael Fahey, Kirsten Rennie and Jonathan Wells for enriching my international scientific experience.

Agradeço meus irmãos e amigos pela companhia no decorrer da jornada.

Agradeço ao CNPq – Ministério da Ciência e Tecnologia – pela bolsa de doutorado.

Agradeço à CAPES – Ministério da Educação – pela bolsa de doutorado “sandwich”.

I thank the MRC – HNR – for accepting me as an international student and researcher.

Agradeço à FUNPE e à FINATEC pela verba concedida para a aquisição de materiais para a realização da pesquisa e à FINATEC pela verba concedida para apresentação do trabalho em congressos internacionais.

## SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE ABREVIATURAS	X
RESUMO	XIII
ABSTRACT	XIV
COMUNICAÇÕES E PUBLICAÇÕES	XV
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO</b>	1
<b>1.1 Introdução</b> .....	1
<b>1.2 Revisão de literatura</b> .....	2
1.2.1 Atividade física .....	2
1.2.2 Composição corporal .....	6
<b>1.3 Justificativa</b> .....	13
<b>1.4 Hipóteses</b> .....	14
<b>1.5 Objetivos</b> .....	14
1.5.1 Gerais .....	14
1.5.2 Específicos .....	15
<b>CAPÍTULO 2: MATERIAIS E MÉTODOS</b>	16
<b>2.1 Área estudada</b> .....	16
<b>2.2 População alvo</b> .....	16
2.2.1 Seleção dos participantes .....	16
<b>2.3 Classificação do estudo</b> .....	17

2.3.1 Primeira fase .....	17
2.3.2 Segunda fase .....	17
<b>2.4 Materiais</b> .....	17
2.4.1 Materiais didáticos e questionários .....	17
2.4.2 Equipamentos antropométricos .....	18
2.4.3 Equipamentos para a realização da BIA .....	18
2.4.4 Equipamentos para mensuração por hidrometria .....	18
2.4.5 Equipamentos para a análise dos dados .....	19
2.4.6 Elaboração e adaptação dos materiais didáticos e questionários .....	19
<b>2.5 Recursos humanos</b> .....	19
2.5.1 Seleção da equipe de pesquisadores .....	19
2.5.2 Treinamento da equipe de pesquisa .....	20
<b>2.6 Métodos</b> .....	21
<b>2.6.1 Coleta de dados</b> .....	21
2.6.2 Análise dos dados .....	24
2.6.2.1 Atividade física .....	24
2.6.2.2 Composição corporal por antropometria .....	24
2.6.2.3 Composição corporal por BIA .....	25
2.6.2.4 Composição corporal por hidrometria .....	26
<b>2.7 Análise estatística</b> .....	29
<b>2.8 Custos da pesquisa</b> .....	31
<b>CAPÍTULO 3: RESULTADOS</b> .....	32
<b>3.1 Resultados da primeira fase</b> .....	32

<b>3.2 Resultados da segunda fase .....</b>	<b>39</b>
<b>CAPÍTULO 4: DISCUSSÃO</b>	<b>53</b>
<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSÃO</b>	<b>64</b>
<b>PERSPECTIVAS FUTURAS</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>66</b>
<b>ANEXOS</b>	
Anexo 1 .....	77
<b>APÊNDICES</b>	
Apêndice 1 .....	78
Apêndice 2 .....	79
Apêndice 3 .....	80
Apêndice 4 .....	81
Apêndice 5 .....	82
Apêndice 6 .....	84
Apêndice 7 .....	85
Apêndice 8 .....	86

## LISTA DE TABELAS

---

	Página
Tabela 1- Características descritivas e corporais do adolescente referência (HASCHKE, 1989).	29
Tabela 2- Características descritivas e corporais dos adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal na primeira fase, 2003.	34
Tabela 3- Atividade física, atividades sedentárias e composição corporal de adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal, separados por horas de treino e ajustados para idade e maturação, 2003.	37
Tabela 4- Análise multivariada examinando a associação entre atividade física, atividades sedentárias e composição corporal em adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal, 2003.	39
Tabela 5- Características descritivas e corporais dos adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal na segunda fase, 2004.	40
Tabela 6- Composição corporal por hidrometria com óxido de deutério em adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal, 2004.	41
Tabela 7- Características descritivas e corporais por hidrometria com óxido de deutério em adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal divididos por maturação, 2004.	43
Tabela 8- Correlação dos parâmetros de composição corporal de adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal obtidos pelos métodos de antropometria e Bioimpedância com o método de hidrometria, 2004.	44
Tabela 9- Composição corporal estimada por antropometria e BIA em adolescentes	45

---

---

fisicamente ativos do Distrito Federal, 2004.

Tabela 10– Regressão linear múltipla do %MG medida por óxido de deutério e as 51  
variáveis independentes significativas para sua predição em adolescentes brasileiros  
do DF fisicamente ativos, 2004.

---

## LISTA DE FIGURAS

---

	Página
Figura 1– Vieses, limites de concordância de 95% (LC) e correlação (r) para ACT (L) (hidrometria - equações de antropometria e BIA) em meninos fisicamente ativos do Distrito Federal, 2004.	47
Figura 2– Vieses, limites de concordância de 95% (LC) e correlação (r) para %MG (hidrometria - equações de antropometria e BIA) em meninos fisicamente ativos do Distrito Federal, 2004.	48
Figura 3– Vieses, limites de concordância de 95% (LC) e correlação (r) para ACT (L) (hidrometria - equações de antropometria e BIA) em meninas fisicamente ativas do Distrito Federal, 2004.	49
Figura 4– Vieses, limites de concordância de 95% (LC) e correlação (r) para %MG (hidrometria - equações de antropometria e BIA) em meninas fisicamente ativas do Distrito Federal, 2004.	50

---

## LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
A	Altura
ACT	Água corporal total
AF	Atividade física
BIA	Bioimpedância
CAF	Coeficiente de atividade física
cm	Centímetro
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONEP	Conselho Nacional de Ética em Pesquisa
D	Dose oral de óxido de deutério
DC	Densidade corporal
DEXA	<i>Dual-Energy X-ray Absorptiometry</i>
DF	Distrito Federal
DP	Desvio padrão
EAP	Enriquecimento % do átomo $^2\text{H}$
FINATEC	Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos
FUNPE	Fundo de Pesquisa
g	Gramas
h	Horas
$^2\text{H}_2\text{O}$	Óxido de deutério
I	Idade
IMC	Índice de massa corporal

IMG	Índice de massa gorda
IMM	Índice de massa magra
<i>IOTF</i>	<i>International Obesity Task Force</i>
kg	Quilograma
kHz	<i>Kilohertz</i>
LC	Limites de concordância
m	Metro
M	Média
MG	Massa de gordura
ml	Mililitro
MM	Massa magra
mm	Milímetro
MRC - HNR	<i>Medical Research Council – Human Nutrition Research</i>
n	Número amostral
NAF	Nível de atividade física
°C	Graus centígrados
<i>P</i>	Nível de significância
P	Peso
PIBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
PM	Peso molecular do átomo <sup>2</sup> H
r	Coefficiente de correlação
R <sup>2</sup>	Coefficiente de determinação
R	Razão do V-SMOW

RI	Resistência (da Bioimpedância)
S	Enriquecimento das amostras de saliva pós-dose
S <sub>0</sub>	Enriquecimento da amostra de saliva pré-dose
SE	Erro padrão
TV	Televisão
UnB	Universidade de Brasília
UNU	<i>United Nations University</i>
V-SMOW/SLAP	<i>Vienna Standard Mean Ocean Water /Standard Light Arctic Precipitation</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
X <sub>1</sub>	Dobra cutânea do tríceps
X <sub>2</sub>	Dobra cutânea subescapular

---

## RESUMO

**Objetivo:** A relação entre a prática regular da atividade física (AF) e a composição corporal em adolescentes ainda não foi claramente estabelecida. Parte do problema reside na falta de validade das técnicas e equações utilizadas para prever a composição corporal em diferentes grupos étnicos, principalmente durante a adolescência devido a mudanças na quantidade de água, minerais e proteínas corporais. Este estudo analisou as associações entre AF, atividade sedentária e composição corporal, e comparou resultados da composição corporal obtidos por antropometria e bioimpedância (BIA) com a hidrometria em adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal. **Métodos:** Peso, altura e dobras cutâneas foram medidos, as atividades diárias foram quantificadas e o nível de atividade física (NAF) foi calculado em 326 meninos e meninas fisicamente ativos com idades entre 11 e 15 anos. A presença da maturação foi questionada. Na segunda fase, uma sub-amostra de 104 meninos e meninas foram medidos através da antropometria, BIA e hidrometria de forma comparativa. **Resultados:** Após ajustes para idade e maturação, o NAF foi positiva e significativamente associado com o índice de massa corporal (IMC) e o índice de massa magra em meninos e foi negativa e significativamente associado com o IMC e o índice de massa gorda em meninas ( $P < 0,05$ ). Não houve associação entre a inatividade física e a composição corporal neste grupo. Resultados obtidos por antropometria e BIA produziram vieses e amplos limites de concordância quando comparados à hidrometria. **Conclusão:** O NAF possui relação com a composição corporal em adolescentes fisicamente ativos. A antropometria e BIA produziram valores médios de composição corporal válidos quando comparados à hidrometria, entretanto, os resultados individuais apresentaram amplos níveis de sub ou superestimação. Uma nova equação preditiva da composição corporal por antropometria foi apresentada com o objetivo de minimizar os erros verificados. **Palavras chave:** nível de atividade física, maturação, composição corporal, óxido de deutério.

## **ABSTRACT**

**Purpose:** The relationship between regular physical activity (PA) and body composition has not been clearly established in adolescents. Part of the problem relies on the lack of validity of the techniques and equations used to predict body composition in different ethnic groups, especially during adolescence when changes in body water, mineral and protein occurs. This study analyzed the associations among PA, inactivity and body composition, and compared body composition results obtained by anthropometry, bioelectrical impedance (BIA) and hydrometry in physically active adolescents from the Federal District. **Methods:** Weight, height and skinfold thickness were measured and the daily activities were quantified and the physical activity level (PAL) was calculated in 326 physically active boys and girls aged 11-15y. Presence of maturation was questioned. On the second study phase, a sub-sample of 104 boys and girls were measured by anthropometry, BIA and hydrometry comparatively. **Results:** After adjustment for age and maturation, PAL was positive and significantly associated with body mass index (BMI) and fat free mass index in boys and was negative and significantly associated with BMI and fat mass index in girls ( $P < 0.05$ ). Physical inactivity was not associated with any body composition outcome for this group. Anthropometry and BIA results produced bias and wide limits of agreement when compared to the results produced by hydrometry. **Conclusion:** PAL was related to body composition in physically active adolescents. Anthropometry and BIA produced valid mean body composition results when compared to hydrometry however, individual results presented wide levels of under or overestimation. A new anthropometry predictive equation was presented with the objective to minimize the verified errors.

**Key words:** physical activity level, maturation, body composition, deuterium oxide.

## COMUNICAÇÕES E PUBLICAÇÕES

1. NOGUEIRA JAD & Da COSTA THM. *Nutritional Assessment of Adolescent Athletes from Brasília, Brazil*. In: 7<sup>th</sup> IOC Olympic World Congress on Sport Sciences, Atenas – Grécia, 2003.
2. NOGUEIRA JAD & Da COSTA THM. Nutrient intake and eating habits of triathletes on a Brazilian diet. *International Journal of Sport Nutrition*. v.14, n.6, p.684 - 697, 2004.
3. NOGUEIRA JAD & Da COSTA THM. Nutritional status of endurance athletes: what is the available information? *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. v.55, n.1, p.15 - 22, 2005.
4. SOUSA EF, Da COSTA THM, NOGUEIRA JAD. *Avaliação do consumo de vitaminas do complexo B em adolescentes atletas do Distrito Federal*. In: 8<sup>o</sup>–Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (SBAN) – São Paulo – Brasil, 2005.
5. NOGUEIRA JAD & Da COSTA THM. *Body Composition of Brazilian Adolescents Assessed by Anthropometry, Bioelectrical Impedance (BIA) and Deuterium Oxide (<sup>2</sup>H<sub>2</sub>O)*. In: 18<sup>th</sup> International Congress of Nutrition – Durban – África do Sul, 2005.
6. NOGUEIRA JAD, Da COSTA THM, COWARD A. <sup>2</sup>H<sub>2</sub>O, anthropometry and bioelectrical impedance measurements in adolescent athletes. Artigo científico submetido para publicação no *British Journal of Sports Medicine* em 12/2005.
7. NOGUEIRA JAD, Da COSTA THM. Physical activity, TV viewing, and body composition of Brazilian active adolescents. Artigo científico a ser submetido para publicação no *Journal of Adolescent Health* em 01/2006.

8. SOUSA EF, Da COSTA THM, NOGUEIRA JAD, VIVALDI LJ. Nutrient and water intake of adolescent athletes from Brazil. Artigo científico em fase de revisão para publicação no *British Journal of Nutrition* em 01/2006.

# CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

## 1.1 Introdução

A composição corporal é determinada através da interação entre genótipo, meio ambiente e consumo e gasto energético (WHO, 1998; RUSH *et al.*, 2003). Nas últimas décadas o aumento da mecanização, da modernização e da afluência nas sociedades contemporâneas causou grandes mudanças no estilo de vida e na composição corporal dos indivíduos (LIVINGSTONE *et al.*, 2003). Já se sabe que a prática regular da atividade física (AF) promove a diminuição da massa gorda (MG) e o aumento da massa magra (MM) em adultos (WILMORE, 1983; MCARDLE *et al.*, 1996). Entretanto a relação entre AF, atividades sedentárias e composição corporal em adolescentes ainda não foi claramente definida.

Durante a adolescência a composição corporal sofre diversas mudanças somáticas. O crescimento biológico envolve mudanças nas frações de água, proteínas e minerais da MM (ROEMMICH *et al.*, 1997) e o amadurecimento biológico, um evento cronologicamente determinado mas extremamente variável entre indivíduos, acentua ainda mais tais mudanças (ROGOL *et al.*, 2000; MIRWALD *et al.*, 2002).

Atualmente, as técnicas mais utilizadas para avaliar a composição corporal em estudos populacionais são a antropometria e a bioimpedância (BIA). Estas são técnicas simples, práticas, relativamente baratas (KUSHNER & SCHOELLER, 1986; SEGAL *et al.*, 1988; ECKHARDT *et al.*, 2003) e que utilizam equações desenvolvidas para prever a composição corporal. Em geral, as equações possuem validade específica para o grupo populacional na qual elas foram desenvolvidas e podem produzir erros quando aplicadas em diferentes grupos étnicos (WELLS *et al.*, 2002; DEURENBERG & DEURENBERG, 2003). O crescimento, a

ocorrência da maturação e a prática da AF podem ampliar as chances e a magnitude dos erros na estimativa da composição corporal quando as equações são aplicadas em adolescentes fisicamente ativos.

Dados controversos ou insuficientes sobre a composição corporal em diferentes grupos populacionais, principalmente em países em desenvolvimento, obtidos através de métodos de referência que permitam determinar a precisão e a validade de técnicas mais simples como a antropometria e a BIA (WELLS *et al.*, 2003) dificulta o estabelecimento de um consenso sobre o efeito da AF ou de atividades sedentárias na composição corporal do adolescente (EISENMANN *et al.*, 1999; GORAN *et al.*, 1999; BALL *et al.*, 2001; DENNISON *et al.*, 2002; RENNIE *et al.*, 2005). Neste sentido, o presente estudo aborda este tema apresentando dados inéditos da composição corporal determinada por hidrometria em adolescentes brasileiros do Distrito Federal (DF) fisicamente ativos. A hidrometria é uma técnica de referência que envolve a determinação da quantidade de água corporal total (ACT) pela diluição com isótopo estável. No caso deste estudo, o isótopo utilizado foi o óxido de deutério ( $^2\text{H}_2\text{O}$ ).

## **1.2 Revisão de literatura**

### **1.2.1 Atividade física**

Fatores comportamentais como a AF e a alimentação e componentes genéticos como o crescimento e a maturação biológicos participam na determinação do peso e da composição corporal do indivíduo (WHO, 1998; ROGOL *et al.*, 2000; RUSH *et al.*, 2003). As populações contemporâneas passam por um período de grandes mudanças no comportamento (LIVINGSTONE *et al.*, 2003), apresentam um decréscimo nos níveis de AF (WHO, 1998),

possuem mais acesso à atividades sedentárias como o uso de televisões (TV), computadores e videogames (FONTVIEILLE *et al.*, 1993) e contam com o acesso facilitado a maiores porções de alimentos de grande densidade energética (WHO, 1998). O entendimento da interação entre AF, atividades sedentárias, alimentação e composição corporal é de extrema importância, especialmente na atualidade quando observamos o dramático aumento da obesidade em crianças (BALL *et al.*, 2000; DE ONIS & BLOSSNER, 2000), adolescentes (WANG *et al.*, 2002; WATTS *et al.*, 2004) e adultos (WHO, 1998).

Apesar dos indicativos, faltam medidas diretas de AF que apoiem a noção de que o comportamento sedentário e a prevalência da obesidade aumentaram simultaneamente (MOLNÁR & LIVINGSTONE, 2000). A AF é um comportamento humano multidimensional difícil de ser mensurado precisamente em condições normais de vida (EKELUND *et al.*, 2004) e principalmente em crianças e adolescentes pois estes apresentam padrões de atividade mais complexos do que o indivíduo adulto (LIVINGSTONE *et al.*, 2003). As técnicas existentes para avaliar a AF podem ser agrupadas em duas categorias: subjetivas (questionários e observações) e objetivas (batimentos cardíacos, calorimetria, água duplamente marcada e sensores de movimento) (LIVINGSTONE *et al.*, 2003).

Os questionários são bastante úteis para avaliar o padrão, a frequência, o tipo e o contexto da realização da AF. Em geral eles são bastante eficientes na avaliação de atividades organizadas, que são realizadas por um período de tempo determinado, pois estas são fáceis de serem lembradas (eg.: participação em aulas). Por serem relativamente rápidos, o uso de questionários é bastante comum em avaliações epidemiológicas (EISENMANN *et al.*, 2002; LIVINGSTONE *et al.*, 2003; EKELUND *et al.*, 2005). O método de observação necessita de bastante controle para validar a confiabilidade inter e intra-observadores, pode interferir na

realização espontânea das atividades e consome bastante tempo, sendo plausível apenas para grupos amostrais de tamanho pequeno a médio (LIVINGSTONE *et al.*, 2003).

Aparelhos que medem os batimentos cardíacos avaliam apenas a resposta fisiológica à AF, não a atividade em si. A análise dos batimentos cardíacos é eficiente ao avaliar padrões de atividade com intensidade moderada à intensa e seu uso é plausível apenas em pequenos grupos. O método da calorimetria pode ser direto ou indireto. A calorimetria direta mede a produção de energia corporal através da mensuração do calor produzido pelo corpo. A calorimetria indireta pode ser realizada através da espirometria (circuito aberto ou fechado) e estima a produção de energia baseada na medida do consumo de oxigênio e produção de dióxido de carbono. A água duplamente marcada é o método mais preciso para medir o gasto energético total em condições normais de vida. Entretanto tanto a calorimetria quanto a água duplamente marcada não fornecem indicativos do tipo, frequência, duração ou intensidade da AF. Os sensores de movimento, especialmente os de última geração ou triaxiais, melhoraram bastante a habilidade de caracterizar objetivamente a frequência, a duração e a intensidade da AF por longos períodos de tempo. Entretanto, a validade destes instrumentos quando usados em condições normais de vida ainda precisa ser determinada e o custo dos aparelhos é um fator limitante em estudos populacionais (LIVINGSTONE *et al.*, 2003). Em suma, todas as técnicas de avaliação da AF apresentam algumas limitações e a escolha da técnica mais apropriada para o uso, além das considerações de precisão e validade, será ditada por considerações práticas, financeiras e logísticas (LIVINGSTONE *et al.*, 2003). De maneira geral, os métodos objetivos são preferidos para mensurar a AF em crianças e adolescentes. Entretanto, para muitos estudos, o relato da AF pelo próprio indivíduo é o único método factível, e provê uma estimativa geral válida da quantidade total de AF (SALLIS & SAELENS, 2000; LIVINGSTONE *et al.*, 2003).

Uma maneira conveniente e bastante útil de expressar a AF realizada por indivíduos é o nível de atividade física (NAF). O NAF se baseia em cálculos fatoriais teóricos que levam em conta o custo energético e a duração das atividades diárias e provê uma categorização numérica simples que reflete as atividades habituais. O NAF pode ainda ser utilizado de maneira bastante prática para estimar o gasto energético total ajustado para idade, gênero, peso e composição corporal de indivíduos quando multiplicado pela taxa de metabolismo basal. O NAF foi inicialmente mencionado no relatório sobre as necessidades energéticas e de proteína da FAO/WHO/UNU (1985) e desde então vem sendo utilizado por diversos estudos sobre mensuração da AF (BALL *et al.*, 2001; HOOS *et al.*, 2003; RUSH *et al.*, 2003; ABBOTT & DAVIES, 2004; RENNIE *et al.*, 2005).

Estudos demonstram que a prática regular de AF promove a perda de MG e o aumento da MM em adultos (WILMORE, 1983; MCARDLE *et al.*, 1996). Entretanto, até o presente momento, os resultados de associações entre a AF, atividades sedentárias e a composição corporal em adolescentes são inconsistentes. GORAN *et al.* (1999), em sua revisão sobre o tema sugere efeitos benéficos na prevenção da obesidade infantil através da implementação de programas de intervenção com atividades físicas controladas em escolas, famílias e comunidades; BALL *et al.* (2001) relata a associação inversa entre % MG e NAF em meninos australianos com idade entre 6 e 9,6 anos mas não em meninas; DENNISON *et al.* (2002) relata a associação entre horas de televisão e risco aumentado de sobrepeso em crianças americanas entre 1 e 5 anos de idade; EISENMANN *et al.* (2002) relata a associação entre horas de TV e peso corporal, e indica que mais atividade física pode estar associada com IMC menor e menos tempo de TV em americanos com idade entre 14 e 18 anos; RENNIE *et al.* (2005) relata a associação negativa entre NAF e MG em crianças inglesas não obesas com idade entre 6 a 8 anos. Os diferentes resultados encontrados podem advir: das diferentes

metodologias empregadas, da imprecisão dos instrumentos de mensuração, da análise de diferentes variáveis resultantes e dos diferentes ajustes realizados para as variáveis de confundimento (EKELUND *et al.*, 2005). Outra parte do problema reside no fato de que qualquer possível associação encontrada entre AF, atividades sedentárias e composição corporal em adolescentes é fortemente confundida pelas mudanças fisiológicas normais que ocorrem durante este período da vida (LIVINGSTONE *et al.*, 2003).

Até o presente momento, apesar da crescente preocupação com o aumento nos índices de obesidade infantil, ainda não foi possível estabelecer uma recomendação científica sobre o tipo e a quantidade de AF necessária para a manutenção da saúde e para a promoção de mudanças saudáveis na composição corporal durante a adolescência (LIVINGSTONE *et al.*, 2003). Mais estudos sobre a associação entre AF, atividades sedentárias e composição corporal em grupos de diversas faixas etárias e em nações em desenvolvimento são encorajados (WANG *et al.*, 2002; WELLS *et al.*, 2003). Este estudo visa, entre outros objetivos, avaliar as associações entre AF, atividades sedentárias e composição corporal em adolescentes brasileiros do DF fisicamente ativos.

### **1.2.2 Composição corporal**

A adolescência é um período de grandes mudanças na composição corporal (BOILEAU *et al.*, 1985). O processo de crescimento envolve mudanças na quantidade de ACT, proteína e minerais da MM (ROEMMICH *et al.*, 1997) e a chegada da puberdade acelera estas mudanças (MIRWALD *et al.*, 2002; ROGOL *et al.*, 2000). Portanto, é fundamental que estudos sobre a composição corporal em crianças e adolescentes atentem para a necessidade de se controlar a variável maturação.

A determinação do nível de maturação pode ser realizada com precisão através de exames clínicos e laboratoriais que analisam o desenvolvimento das características sexuais primárias (ovário, útero e vagina em meninas e testículo, próstata e produção de esperma em meninos) ou a idade óssea do indivíduo (MIRWALD *et al.*, 2002). Entretanto, a realização destes exames envolve altos custos, necessita de equipamentos especializados e incorre em exposição à radiação, o que torna sua realização inviável em grandes grupos e em situações não clínicas (MIRWALD *et al.*, 2002). Desta forma, a maioria dos estudos envolvendo maturação tendem a avaliar as características sexuais secundárias: o desenvolvimento dos pelos pubianos (estágios 1 a 6) para ambos os gêneros; o desenvolvimento mamário (estágios 1 a 5) e a ocorrência da menarca (ausência ou presença) para as meninas; e o desenvolvimento dos genitais (estágios 1 a 5) para os meninos (TANNER, 1962; DUARTE, 1993). Mesmo assim, a avaliação destas características em uma situação não clínica pode ser considerada intrusiva pelo adolescente e seus pais ou responsáveis (DUARTE, 1993; MIRWALD *et al.*, 2002).

Uma alternativa plausível é a realização da auto-avaliação, um procedimento já validado em adolescentes brasileiros (SAITO, 1984; MATSUDO & MATSUDO, 1991), franceses (LOPES *et al.*, 1988) e norte-americanos (KOZINETS, 1988). Em meninas, a menarca é o parâmetro mais frequentemente avaliado pelos estudos pois este acontecimento é altamente relacionado com as mudanças no somatotipo das adolescentes (INAN, 1990; DUARTE, 1993). Em meninos, o aparecimento de pelos axilares ou pubianos é geralmente o parâmetro utilizado. Entretanto, este acontecimento não é tão fortemente relacionado à ocorrência de mudanças no somatotipo do indivíduo (GUEDES, 1981; DUARTE, 1993).

As mudanças na composição corporal que ocorrem durante a adolescência incluem o estirão do crescimento, ganho de peso acelerado e alterações sexualmente dimórficas nas

proporções de água, ossos, músculos e gorduras corporais. Sob a influência dos hormônios esteróides (predominantemente a testosterona) e do hormônio do crescimento (GH) meninos têm um aumento no peso e na altura corporais, no conteúdo mineral dos ossos, na ACT e na MM e uma perda na MG advinda principalmente dos membros superiores e inferiores (TANNER, 1989; ROGOL *et al.*, 2000). As meninas geralmente entram na puberdade e completam cada um de seus estágios mais cedo do que os meninos. Sob a influência dos hormônios esteróides (predominantemente o estradiol) e do GH, as meninas também ganham peso, estatura, aumentam o conteúdo mineral dos ossos e da MM, mas principalmente, há o aumento da MG especialmente após a menarca (ROGOL *et al.*, 2000). Entretanto, é importante notar que um balanço energético negativo causado pela ingestão alimentar insuficiente ou pelo treinamento físico muito intenso pode resultar em atrasos na maturação sexual e no crescimento físico (GALLER *et al.*, 1985).

Para se obter mensurações precisas da composição corporal durante a adolescência, o uso do modelo de quatro compartimentos é indicado. Este modelo envolve a mensuração da densidade corporal por pesagem hidrostática ou *air displacement plethysmography*, do conteúdo mineral por *dual energy x-ray absorptiometry* (DEXA) ou potássio-40 e da ACT através da diluição de isótopos sendo portanto, menos sensível às mudanças na composição corporal que ocorrem durante a adolescência e às variações interindividuais (WELLS *et al.*, 1999).

A pesagem hidrostática, ou densitometria, avalia o volume e a densidade corporal através da medição do peso do indivíduo submerso em água após esvaziar os pulmões. A capacidade residual funcional dos pulmões é determinada através da diluição com o gás Hélio (WELLS *et al.*, 1999). Entretanto, este procedimento não pode ser aplicado a infantes ou

crianças e não é apropriado para indivíduos que sentem desconforto em submergir na água (MCARDLE *et al.*, 1996).

*O air displacement plethysmography* (ADP ou BODPOD) mede o volume de ar deslocado pelo corpo dentro de uma câmara fechada, avaliando o volume e a densidade corporal. Este é um método relativamente recente, rápido, confortável, seguro e não invasivo e pode ser utilizado em crianças, adultos e idosos. Entretanto, como qualquer nova tecnologia, é necessário estabelecer a validade e a confiabilidade do método em diferentes populações (FIELDS *et al.*, 2002).

*O dual-energy X-ray absorptiometry* (DEXA) determina a densidade óssea, a MM e a MG através da técnica de varredura. Apesar da exposição à radiação ser baixa, um pequeno risco existe e o princípio ético impede a repetição imediata das mensurações no mesmo indivíduo. O procedimento é relativamente simples e rápido (WELLS *et al.*, 1999). Entretanto, o custo da realização do exame é alto e erros na mensuração da MG podem ocorrer devido à detecção imprecisa de gordura na região do tronco, à variações na espessura das fibras e à variações no conteúdo de água da MM (DE LORENZO *et al.*, 1998).

A espectroscopia, ou potássio-40, é um procedimento não invasivo que realiza a contagem total de potássio-40 no corpo para estimar gordura corporal. Entretanto, o local para a realização dos exames deve ser vedado de radiação atmosférica, construído com materiais que não emitam radiação natural ou manufaturada e o teste deve ser supervisionado por um especialista. Existem poucas unidades no mundo capazes de realizar este procedimento adequadamente (MCARDLE *et al.*, 1996).

A hidrometria ou diluição de isótopos é considerada a técnica de referência para medir a quantidade de ACT e se baseia no fato de que a ACT é o maior componente fracionário do peso corporal e da MM, exceto em casos de obesidade extrema (LUKASKI & JOHNSON,

1985; ELLIS & WONG, 1998). O isótopo  $^2\text{H}_2\text{O}$  é amplamente utilizado para a determinação da ACT em humanos pois é estável (LA FORGIA & WITHERS, 2002), possui o mesmo volume de distribuição que a água, é trocado pelo corpo de maneira similar á água, é atóxico em quantidades traço e permite boa precisão nas mensurações (LUKASKI & JOHNSON, 1985). A diluição de  $^2\text{H}_2\text{O}$  pode ser aplicada em recém nascidos, crianças, adolescentes, grávidas e lactantes sem apresentar efeitos colaterais, pode ser realizado de maneira relativamente simples, administrado para diversos indivíduos ao mesmo tempo e as amostras coletadas podem ser enviadas para o local onde as análises laboratoriais específicas serão realizadas (MCARDLE *et al.*, 1996).

O modelo de quatro compartimentos é raramente usado em estudos de campo, principalmente em países em desenvolvimento (HUANG *et al.*, 2003; PARKER *et al.*, 2003; ELBERG *et al.*, 2004) pois todas as técnicas descritas previamente, em conjunto, estão disponíveis apenas em poucos laboratórios especializados, envolvem procedimentos laboratoriais complexos e necessitam de pessoas especialmente treinadas. Os equipamentos envolvidos nas mensurações são bastante caros e necessitam de manutenção especializada, resultando em custos altíssimos. Além disto, os dados produzidos apresentam dependência significativa dos aparelhos utilizados (WELLS *et al.*, 1999).

Os modelos de dois compartimentos para mensurar a composição corporal não são tão precisos quanto o modelo de quatro compartimentos, mas necessitam de menos equipamentos, possuem custos mais moderados, o local para sua aplicação possui menos restrições e sua precisão é influenciada por menos mensurações separadas. A técnica de diluição de isótopos é o modelo de dois compartimentos de referência para a mensuração da ACT (WELLS *et al.*, 1999). Entretanto, questões metodológicas impossibilitam o uso rotineiro desta técnica num mesmo indivíduo e o custo pode ser um fator limitante em estudos epidemiológicos. Por estas

razões, já a algum tempo tentativas freqüentes têm sido realizadas para desenvolver técnicas mais simples que produzam boa concordância com os métodos de referência (DURNIN & WOMERSLEY, 1974).

A antropometria é um método bem conhecido, simples e barato para avaliar a composição corporal. A mensuração do peso, da altura, sua relação no índice de massa corporal (IMC;  $\text{kg/m}^2$ ), das circunferências, das dobras cutâneas e a estimativa da densidade corporal e do percentual de gordura são medidas não invasivas e de fácil obtenção (ECKHARDT *et al.*, 2003).

O IMC tem sido amplamente utilizado em estudos epidemiológicos para detectar o sobrepeso e a obesidade na população adulta em geral pela facilidade com que o peso e a altura podem ser medidos (MALINA & KATZMARZYK, 1999; WELLS *et al.*, 2002). O IMC em percentis ajustados para idade e gênero foi recomendado como instrumento de avaliação da obesidade em estudos epidemiológicos também para adolescentes (WHO, 1995) e a *International Obesity Task Force* (IOTF) desenvolveu pontos de corte do IMC para idade e gênero com validade internacional (COLE *et al.*, 2000). Entretanto, o IMC não diferencia a MM da MG, que é o fator específico associado com a obesidade e o risco aumentado de doenças (GUTIN *et al.*, 2002).

A mensuração das dobras cutâneas é um método prático e válido para estimar a densidade corporal e a MG em estudos populacionais (VAN LOAN, 1990; ECKHARDT *et al.*, 2003). As mensurações não são invasivas e não envolvem exposição à radiação, o instrumento usado, o adipômetro, é barato e não requer eletricidade e as mensurações podem ser realizadas sem a necessidade de um local específico. Entretanto, para se obter valores consistentes, o observador deve ter experiência considerável na realização das mensurações

(MCARDLE *et al.*, 1996). Mesmo com treinamento apropriado, a falta de validade intra- e interobservadores permanece um problema (WELLS *et al.*, 1999).

Outro problema é a falta de validade das equações preditivas quando utilizadas em grupos populacionais diferentes (KUCZMARSKI, 1996; MCARDLE *et al.*, 1996; MEI *et al.*, 2002; HUANG *et al.*, 2003). A maioria das equações disponíveis para adultos (DURNING & RAHAMAN, 1967; KATCH & McARDLE, 1973; DURNIN & WOMERSLEY, 1974; JACKSON *et al.*, 1980), crianças e adolescentes (BOILEAU *et al.*, 1985; SLAUGHTER *et al.*, 1988; DEURENBERG *et al.*, 1990) foi desenvolvida para populações caucasianas e nem todas foram submetidas à validação cruzada.

A BIA é uma técnica bastante atraente para o uso em crianças e adolescentes (ELLIS & WONG, 1998; PARKER *et al.*, 2003; PHILLIPS *et al.*, 2003) por ser simples, rápida, indolor, portátil, não invasiva e de baixo custo (PHILLIPS *et al.*, 2003). A técnica se baseia na medida das modificações na condução de uma corrente elétrica de pequena intensidade através do corpo humano. O organismo tem seu volume composto por fluidos intra e extracelulares que atuam como condutores elétricos e membranas celulares que atuam como condensadores elétricos (LUKASKI *et al.*, 1985). A MM possui maior quantidade de eletrólitos e menor resistência elétrica do que a MG e conseqüentemente, a impedância ao fluxo de corrente elétrica é diretamente relacionada à quantidade de MG (MCARDLE *et al.*, 1996).

Inúmeros estudos (LUKASKI *et al.*, 1985; KUSHNER & SCHOELLER, 1986; SEGAL *et al.*, 1988; PHILLIPS *et al.*, 2003) mostram que a BIA produz estimativas válidas da ACT quando procedimentos apropriados e padronizados são utilizados, quando as equações preditivas são aplicadas de maneira específica para o grupo populacional para a qual ela foi desenvolvida (DEURENBERG & DEURENBERG, 2003) e quando são ajustadas à idade (PHILLIPS *et al.*, 2003) para se adequar às variações nos parâmetros bioelétricos que ocorrem

com o crescimento e maturação (BUFFA *et al.*, 2002). Entretanto, a BIA pode não ser apropriada para estudos epidemiológicos por causa da posição supina que os sujeitos devem adotar para a colocação dos eletrodos. Ainda, alguns estudos mostram que a precisão e a validade desta metodologia não apresenta melhorias reais sobre o método da antropometria (DIAZ *et al.*, 1989; DEURENBERG *et al.*, 1991; VAN DER KOOY *et al.*, 1992).

O uso de equações preditivas da composição corporal por antropometria e BIA podem produzir erros de sub ou superestimação entre diferentes grupos étnicos (WELLS *et al.*, 2002; DEURENBERG & DEURENBERG, 2003) ou em indivíduos que possuem diferenças nos componentes da composição corporal (eg.: maior quantidade na fração de água da MM em atletas) (DURNIN & WOMERSLEY, 1974). Além do mais, equações desenvolvidas em décadas anteriores não são necessariamente válidas para os adolescentes contemporâneos devido à tendência secular no crescimento e no estado nutricional (WELLS *et al.*, 2002).

É necessário que se realizem estudos para avaliar a validade destas técnicas em diferentes populações e que se possua uma equação preditiva que resulte numa estimativa fácil e válida da composição corporal na população estudada (HUANG *et al.*, 2003). Até o presente momento não existem equações preditivas de composição corporal desenvolvidas para adolescentes brasileiros do DF fisicamente ativos.

### **1.3 Justificativa**

A realização de mais estudos avaliando as associações entre AF, atividades sedentárias e a composição corporal em grupos de diferentes idades e gêneros e em países em desenvolvimento é encorajada (WHO, 1998; WANG *et al.*, 2002). Este estudo foi

desenvolvido para avaliar estas associações em adolescentes brasileiros do DF fisicamente ativos.

Existe também, uma grande necessidade de mais estudos sobre as diferenças na composição corporal de diferentes grupos étnicos, em particular os de países em desenvolvimento (DEURENBERG & DEURENBERG, 2003; ECKHARDT *et al.*, 2003). Até o presente momento, foram encontrados poucos estudos avaliando a validade de técnicas de mensuração da composição corporal em populações de países da América Latina (WELLS *et al.*, 2003). A utilização dos métodos de antropometria, BIA e hidrometria em conjunto, permitiu a análise da precisão e da validade dos resultados de composição corporal e o desenvolvimento de uma equação preditiva do % MG em adolescentes brasileiros do DF fisicamente ativos.

#### **1.4 Hipóteses**

- O aumento do NAF produz mudanças na composição corporal de adolescentes.
- Equações preditivas da composição corporal desenvolvidas em grupos populacionais diferentes dos brasileiros não possuem precisão e validade quando aplicadas em adolescentes brasileiros do DF.

#### **1.5 Objetivos**

##### **1.5.1 Gerais:**

A presente pesquisa visa analisar as associações entre AF, atividades sedentárias e composição corporal, e determinar a validade de equações preditivas da composição corporal

por antropometria e BIA quando comparadas à hidrometria em adolescentes brasileiros do DF fisicamente ativos.

### **1.5.2 Específicos:**

- Descrever a composição corporal dos adolescentes brasileiros do DF fisicamente ativos utilizando uma técnica de referência, a hidrometria.
- Comparar a composição corporal dos adolescentes brasileiros do DF fisicamente ativos com o adolescente referência.
- Apresentar uma nova equação preditiva da composição corporal específica para adolescentes brasileiros do DF fisicamente ativos.

## **CAPÍTULO 2: MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Área estudada**

O estudo foi realizado no Distrito Federal (DF), região centro-oeste do país.

### **2.2 População alvo**

A unidade de observação é representada por adolescentes (idade entre 11 e 15 anos) praticantes de modalidades esportivas residentes no Distrito Federal (DF). Participantes com problemas físicos foram excluídos da seleção.

#### **2.2.1 Seleção dos participantes**

As federações esportivas de ginástica olímpica, natação, atletismo, judô, tênis, handebol, voleibol, basquetebol, futebol de salão e futebol de campo do DF forneceram a relação de participantes inscritos com idade entre 11 e 15 anos. A partir destas listas, 326 participantes foram selecionados aleatoriamente através de sorteio para participação na primeira fase do estudo conduzido no Laboratório de Bioquímica da Nutrição da Universidade de Brasília (UnB). A segunda fase do estudo foi realizada em uma sub-amostra retirada da primeira fase contendo 104 adolescentes selecionados aleatoriamente através de sorteio.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Ministério da Saúde, Brasil. Cada adolescente e seu responsável assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido para participação na pesquisa.

## **2.3 Classificação do estudo**

### **2.3.1 Primeira fase**

A primeira fase do estudo foi descritiva - informou a frequência e a distribuição das características; foi observacional - pesquisou situações ocorrentes de forma natural; e foi prospectiva - envolveu a realização de questionários, inquéritos alimentares (dados não apresentados) e antropometria na população (PEREIRA, 1995).

### **2.3.2 Segunda fase**

A segunda fase do estudo foi experimental - envolveu a administração de  $^2\text{H}_2\text{O}$  e coleta de dados laboratoriais em uma sub amostra da população (PEREIRA, 1995).

## **2.4 Materiais**

### **2.4.1 Materiais didáticos e questionários**

- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do adolescente para participação na 1ª fase da pesquisa (apêndice 1) e na 2ª fase da pesquisa (apêndice 2),
- Termo de consentimento do pai ou responsável para a participação do adolescente na 1ª fase da pesquisa (apêndice 3) e na 2ª fase da pesquisa (apêndice 4),
- Questionário sócio-demográfico, de atividades e antropométrico da 1ª fase (apêndice 5) e da 2ª fase (apêndice 6),
- Ficha do protocolo para 2ª fase (apêndice 7),
- Manual do entrevistador (apêndice 8).

#### **2.4.2 Equipamentos antropométricos**

- 02 balanças digitais com capacidade de 150 kg e precisão de 0,1 Kg (marca Plenna, modelo MEA 07400, Estados Unidos),
- 02 antropômetros com precisão de 0,5 cm (marca Seca, código 208, Alemanha),
- 02 compassos para dobras cutâneas *Harpender skinfold caliper* com precisão de 0,2 mm (marca *CMS Weighing Equipaments*, Londres),
- 02 fitas métricas não extensíveis com precisão de 1 mm (marca Cardiomed).

#### **2.4.3 Equipamentos para a realização da BIA**

- 01 aparelho portátil de BIA (modelo Quantum 101Q, marca *RJL systems*, Estados Unidos),
- 01 pacote de eletrodos com 100 unidades (marca *RJL systems*, Estados Unidos).

#### **2.4.4 Equipamentos para mensuração por hidrometria**

- 01 litro de óxido de deutério ( $^2\text{H}_2\text{O}$ , enriquecimento 99.9 átomo %, Cambridge *Isotope Laboratories*, Inc, MA, Estados Unidos),
- 30 pacotes de algodão odontológico em bastão,
- 450 seringas descartáveis,
- 900 tubos de polietileno com tampa de rosca externa e protetor interno para vedação com capacidade de 5 ml e parede graduada (marca TPP, Suíça),
- 900 tubos de vidro com tampa de rosca e membrana de borracha (50 x 12,5 mm, marca Labco Ltd, Inglaterra),

- 40 bastões reutilizáveis de catalisador de platina envolto em resina porosa hidrofóbica (marca Finnigan MAT, Alemanha),
- 01 espectrômetro de massa (Sira 10 *dual-inlet mass spectrometer* modificado para usar o programa OS/2 OPTIMA ou PRISM através do sistema PRISMUP, marca Micromass, Inglaterra) do Laboratório de Isótopos Estáveis do *Medical Research Council - Human Nutrition Research* (MRC – HNR), Cambridge, Inglaterra.

#### **2.4.5 Equipamentos para análise dos dados**

- 01 computador,
- programa “Epi Info” V 6.0 para análise dos dados demográficos e antropométricos,
- programas “SAS” V 6.0 e “SPSS” V 7.0 para Windows (1999) para análises estatísticas.

#### **2.4.6 Elaboração e adaptação dos materiais didáticos e questionários**

Os instrumentos de coletas de dados foram adaptados a partir de instrumentos utilizados em pesquisa anterior realizada no Laboratório de Bioquímica da Nutrição da UnB (NOGUEIRA, 2001). A versão final dos questionários foi obtida após a realização do projeto piloto.

### **2.5 Recursos humanos**

#### **2.5.1 Seleção da equipe de pesquisadores**

As coordenadoras da pesquisa são uma doutora e professora do Departamento de Nutrição (THMC) e uma mestra, doutoranda (JADN) da Faculdade de Ciências da Saúde,

ambas da UnB. O co-orientador estrangeiro é o chefe do Laboratório de Isótopos Estáveis (AC) da unidade de pesquisa do MRC-HNR, Cambridge, Inglaterra. A equipe de entrevistadores é composta de uma pesquisadora de pós-graduação (EFS), uma bolsista de iniciação científica do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e de 10 alunos do curso de graduação em Nutrição da UnB selecionados e treinados para participar desta pesquisa.

### **2.5.2 Treinamento da equipe de pesquisa**

Os 10 entrevistadores, alunos do curso de graduação em Nutrição da UnB, foram selecionados durante a realização da primeira etapa do curso de extensão “Aplicação dos questionários e dos inquéritos alimentares” com duração de 9 horas. Estes alunos foram selecionados dentre 30 alunos, com base em seu desempenho, participação e interesse no curso.

No período precedente, toda equipe de pesquisadores participou da segunda etapa do curso de extensão “Aplicação dos questionários e dos inquéritos alimentares” com duração de 170 horas. Durante este período, a equipe recebeu treinamento pormenorizado segundo o manual do entrevistador (Apêndice 8), realizou simulações de entrevistas e participou de estudos teóricos, apresentações e discussões de artigos relacionados ao tema. O estudo piloto foi realizado em adolescentes da mesma faixa etária para padronizar os instrumentos e procedimentos da coleta de dados e para que erros na linguagem e na condução das entrevistas fossem corrigidos.

## **2.6 Métodos**

### **2.6.1 Coleta de dados**

Os adolescentes selecionados para a primeira fase da pesquisa foram contatados em seus respectivos locais de treinamento. As entrevistas foram realizadas no local de treinamento, na residência do adolescente ou no Laboratório de Bioquímica da Nutrição da UnB durante os meses de maio a novembro de 2003.

Os participantes responderam ao questionário onde dados como nome completo, endereço, telefone e data de nascimento foram anotados. O nível sócio econômico foi estabelecido de acordo com o critério Brasil (ANEP, 2000) através da quantificação de itens domiciliares como automóveis, eletrodomésticos, cômodos na casa, e o grau de instrução do chefe da família.

A presença da maturação biológica, definida por pelos axilares em meninos e menarca nas meninas, foi questionada. O questionário de atividades diárias consistiu de 15 perguntas avaliando: (a) o número de horas por dia e os dias por semana gastos em treinamento de AF e sua intensidade (leve, moderado ou intenso); (b) o número de horas por dia e os dias por semana gastos em outras AF organizadas; e (c) o número de horas por dia gastas no sono, na escola, e em atividades sedentárias como o uso de TV, videogame ou computador durante dias da semana e fim de semana (NOGUEIRA, 2001).

Antes das mensurações antropométricas serem realizadas, os indivíduos foram estimulados a predizer seu peso e altura atuais. Posteriormente o peso, a altura e as dobras cutâneas do tríceps e subescapular foram medidas conforme normas do manual de referência (LOHMAN *et al.*, 1988). Todas as medidas foram realizadas em duplicata para confirmação. Quando a variação foi superior a 0,5 kg, mm ou cm, uma terceira medida foi tomada e a média

dos dois valores mais próximos foi calculada.

- Altura foi medida com o antropômetro fixo na parede, o indivíduo descalço, pés paralelos, calcanhares encostados na parede e olhar no horizonte paralelo ao solo (plano aurículo-orbitário).
- Peso foi medido com o adolescente em trajés leves, sem calçados ou adornos, e na posição fundamental (de pé olhando para o horizonte).
- Dobras cutâneas (tricipital e subescapular) foram medidas do lado direito do corpo, com o indivíduo em pé.

A segunda etapa da pesquisa foi realizada durante os meses de fevereiro a maio de 2004. Os integrantes da sub-amostra selecionada, divididos em grupos de quatro a seis, participaram de uma manhã de testes no Laboratório de Bioquímica da Nutrição da UnB, após 10 a 12 horas de jejum e sem realizar exercícios por 24 horas. As meninas não foram testadas durante o período da menstruação ou na semana precedente para minimizar os efeitos da retenção hídrica.

Ao chegar os indivíduos foram instruídos a esvaziar a bexiga (urinar) e imediatamente após o peso foi medido. A seguir, uma amostra ( $S_0$ ) de saliva (~6 ml) foi coletada através do uso de bastonetes de algodão odontológico que após úmidos eram colocados em uma seringa e pressionados, permitindo a coleta da saliva em tubos criogênicos. A seguir, uma dose (D) oral de  $^2\text{H}_2\text{O}$  foi preparada e administrada de acordo com o peso corporal do indivíduo  $D$  ( $\text{mg } ^2\text{H}_2\text{O} = 50 \text{ mg} / \text{kg peso em } 50 \text{ ml de suco de fruta}$ ). Para assegurar a ingestão de toda a dose, o copo foi enxaguado com mais 50 ml de suco de fruta e outras duas vezes com 30 ml de água destilada, que também foram ingeridos pelo indivíduo.

Amostras de equilíbrio de saliva foram coletadas 3,5 h ( $S_1$ ), 4 h ( $S_2$ ) e 4,5 h ( $S_3$ ) após a ingestão da dose de  $^2\text{H}_2\text{O}$ . Durante este período os sujeitos responderam ao questionário de

atividades e foram medidos através de antropometria (procedimento previamente descrito) e BIA (procedimento descrito a seguir). Não foi permitido aos participantes beber, comer ou se exercitar durante a coleta de dados. Por fim os indivíduos receberam um lanche e foram dispensados. Todas as amostras de saliva foram estocadas a -20°C (LUKASKI & JOHNSON, 1985). As amostras de saliva congeladas foram transportadas em gelo para o Laboratório de Isótopos Estáveis do MRC – HNR, Cambridge, Inglaterra, por uma das pesquisadoras (JADN) para serem analisadas.

As mensurações por BIA ocorreram de acordo com as orientações do fabricante (RJL *systems*):

- A corrente elétrica com frequência de 50 kHz foi aplicada ao corpo por meio de eletrodos de superfície posicionados de forma tetrapolar, ou seja, colocados em quatro pontos definidos: dois no membro superior e dois no membro inferior, ipsilaterais no lado direito do corpo. Dois eletrodos foram posicionados no meio da superfície dorsal da mão e do pé, próximos às juntas metacarpo-falangeal e metatarso-falangeal, respectivamente, e os outros dois, entre a proeminência distal do rádio e ulna e entre o maléolo medial e lateral do tornozelo.

- Cuidados técnicos exigem rigor no posicionamento do indivíduo, que foi acomodado sem sapatos e meias, deitado em posição supina, em cama de madeira, com afastamento dos membros, evitando encostar a mão no tronco e o membro inferior direito no esquerdo.

## 2.6.2 Análise dos dados

### 2.6.2.1 Atividade física

Os valores relatados de horas de participação em cada atividade foram multiplicados pelo número de dias em que cada atividade foi realizada e divididos por sete, portanto os resultados foram expressos em horas por dia e utilizados para calcular o nível de atividade física (NAF) de acordo com o método fatorial da FAO, WHO, UNU (1985):

$$\text{NAF} = \text{Estudo h x (1,4)} + \text{Atividades sedentárias (TV, vídeo, computador) h x (1,4)} + \text{Atividade física h x (CAF)} + \text{Atividades restantes h x (1,5)} + \text{Sono h x (1,0)} / 24 \text{ h.}$$

O coeficiente de atividade física (CAF) para diversas atividades em diferentes intensidades foi publicado pela FAO, WHO, UNU (2001) e se encontra no **Anexo 1**.

### 2.6.2.2 Composição corporal por antropometria

As medidas antropométricas foram colocadas em equações preditivas da composição corporal. Peso e altura medidos foram utilizados para calcular o IMC através da fórmula:

$$\text{IMC} = \text{Peso (kg)} / \text{Altura}^2 \text{ (m)}$$

A análise foi realizada de acordo com os pontos de corte para sobrepeso e obesidade estabelecidos pela IOTF (COLE *et al.*, 2000) para cada gênero e idade.

O percentual de massa corporal gorda (%MG) foi calculado através da equação de BOILEAU *et al.*, (1985) derivada da equação de SIRI (1956). Esta equação foi escolhida pela facilidade de se mensurar as dobras cutâneas do tríceps ( $X_1$ ) e subescapular ( $X_2$ ):

Para indivíduos do gênero masculino entre 8 e 29 anos:

$$\% \text{ MG} = 1,35 (X_1 + X_2) - 0,012 (X_1 + X_2)^2 - 4,4$$

Para indivíduos do gênero feminino entre 8 e 29 anos:

$$\% \text{ MG} = 1,35 (X_1 + X_2) - 0,012 (X_1 + X_2)^2 - 2,4$$

A MG, a MM e a ACT foram calculadas a partir dos valores obtidos para %MG através das equações:

$$\text{MG (kg)} = \text{P (kg)} \times \% \text{ MG} \quad (1)$$

$$\text{MM (kg)} = \text{P (kg)} - \text{MG (kg)} \quad (2)$$

$$\text{ACT (l)} = \text{MM (kg)} / \text{Constante de hidratação}^* \quad (3)$$

\* A constante de hidratação utilizada foi derivada do adolescente referência apresentado por HASCHKE (1989), com valores entre 73 e 75% dependendo do gênero e da faixa etária (vide Tabela 1 página 29).

Os valores de MG e MM também foram expressos e analisados como componentes do IMC pelos: índice de MG (IMG) e índice de MM (IMM):

$$\text{IMG} = \text{MG (kg)} / \text{A}^2 \text{ (m)} \quad (4)$$

$$\text{IMM} = \text{MM (kg)} / \text{A}^2 \text{ (m)} \quad (5)$$

A validade deste tipo de análise foi previamente demonstrado para comparação de populações com alturas médias similares (WELLS *et al.*, 2002).

### 2.6.2.3 Composição corporal por BIA

A estimativa da ACT em litros por BIA foi realizada através de três equações:

A equação de KUSHNER & SCHOELLER (1986), derivada de mensurações feitas através de  $^2\text{H}_2\text{O}$  em uma amostra de 58 homens e mulheres, obesos e não obesos adultos:

$$\text{ACT} = 0,5561 (\text{A}^2 / \text{RI}) + 0,0955 (\text{P}) + 1,726$$

A equação de LUKASKI *et al.*, (1985) derivada de mensurações feitas através de  $^2\text{H}_2\text{O}$  em uma amostra de 37 homens saudáveis entre 19 e 42 anos de idade:

$$\text{ACT} = 2,03 + 0,63 (A^2 / \text{RI})$$

As equações de SUN *et al.*, (2003), derivadas de mensurações feitas através de pesagem hidrostática,  $^2\text{H}_2\text{O}$  e DEXA em uma amostra de homens e mulheres com composição corporal dentro da normalidade, 1474 brancos e 355 negros com idades entre 12 e 94 anos:

Para indivíduos do gênero masculino:

$$\text{ACT} = 1,20 + 0,45 (A^2 / \text{RI}) + 0,18 P$$

Para indivíduos do gênero feminino:

$$\text{ACT} = 3,75 + 0,45 (A^2 / \text{RI}) + 0,11 P$$

Em todas as equações, A é altura em cm, RI é resistência em ohm e P é peso em kg.

Dos valores de ACT obtidos por cada equação, a MM, a MG, o %MG, o IMM e o IMG foram calculados através de rearranjos nas equações 1 a 5.

#### **2.6.2.4 Composição corporal por hidrometria**

A ACT foi mensurada através do enriquecimento de  $^2\text{H}_2\text{O}$  na saliva. Após descongelarem, as amostras foram preparadas de acordo com HOFFMAN *et al.*, (2000) onde 0,4 ml de amostra foram pipetados em duplicata em tubos de vidro descartáveis com septo de borracha. Um catalisador reutilizável de platina envolto em resina porosa hidrofóbica (Finnigan MAT, Bremen, Alemanha) foi colocado dentro de cada tubo para promover a troca acelerada de  $^2\text{H}$  entre o meio líquido e o gasoso. Tais tubos foram então enchidos com gás hidrogênio usando um sistema independente (Gilson 222 XL *liquid handler*; Middleton, WI) à uma pressão de 1,5 bar utilizando uma agulha com duplo orifício.

Uma vez cheias de gás, as amostras foram equilibradas por 6 horas com temperatura controlada de  $22\text{ }^\circ\text{C} \pm 0,1\text{ }^\circ\text{C}$ . Após o período de equilíbrio, o sistema automatizado *multiprep*, em interface com o espectrômetro de massa, coletou amostras de gás de cada tubo. Partículas

de água foram removidas das amostras de gás através de uma sonda criogênica. O espectrômetro de massa *Sira 10 dual-inlet*, modificado para usar o programa OS/2 OPTIMA ou PRISM por intermédio do sistema PRISMUP (*Micromass, Wythenshaw, Reino Unido*) foi utilizado.

Todas as mensurações foram expressas em forma de delta relativo a uma amostra de água padrão enriquecida com  $^2\text{H}_2$  em abundância de 181,417ppm (Delta D = [(Razão da amostra / Razão do padrão) - 1] x 1000) similarmente equilibrada. Os resultados foram corrigidos para interferência de  $\text{H}^{3+}$  nas medidas de razão. A precisão interna das mensurações do espectrômetro de massa foi de < 0,5 ‰. Padrões de laboratório calibrados com valores de -49,114 ‰ e 411,948 ‰ relativos ao *Vienna Standard Mean Ocean Water/ Standard Light Arctic Precipitation* (V-SMOW/SLAP) foram analisados aleatoriamente e o verdadeiro enriquecimento das amostras analisadas foi calculado. A precisão das amostras em duplicata foi de 3,8 ‰. Após o uso, os tubos de vidro foram descartados e os catalisadores de resina foram lavados com água destilada, secos e guardados em temperatura de 40 °C por período superior a um dia.

O espaço de diluição (ED) do  $^2\text{H}_2\text{O}$  foi calculado em litros conforme SCHOELLER *et al.*, (1980):

$$\text{ED (L)} = (\text{D} / \text{PM}) \times (\text{PEA} / 100) \times 18,02 \times \{1 / [\text{R} \times (\text{ES} - \text{ES}_0)]\}$$

onde D = quantidade da dose (gramas) dada ao indivíduo, PM = peso molecular do  $^2\text{H}$ , PEA = porcentagem de enriquecimento do átomo  $^2\text{H}$ , R = razão do V-SMOW/SLAP, ES = média do enriquecimento das amostras de saliva pós-dose e  $\text{ES}_0$  = enriquecimento da amostra de saliva pré-dose.

Assume-se que o espaço de diluição do  $^2\text{H}_2\text{O}$  superestima a quantidade de ACT por um fator de 1,044 pois alguns átomos de deutério podem se combinar com aminoácidos da proteína corporal ou outros sítios não cambiáveis (RACETTE *et al.*, 1994) portanto:

$$\text{ACT (kg)} = \text{ED (L)} / 1,044$$

Dos valores de ACT obtidos, a MM, MG, %MM, %MG, IMM e IMG foram calculados através de rearranjos nas equações 1 a 5.

Os valores de composição corporal obtidos pela hidrometria foram comparados com o adolescente referencia (HASCHKE, 1989). O adolescente de referência (**Tabela 1**) representa um adolescente idealizado, construído usando dados de diversas fontes coletados durante o período de 1968 a 1978. Apesar de não ser provado que o adolescente de referência seja um índice preciso da composição corporal de adolescentes em décadas prévias, ele certamente provê constantes mais adequadas do que as baseadas no adulto de referência.

**Tabela 1-** Características descritivas e corporais do adolescente referência (HASCHKE, 1989).

Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (cm)	ACT (L)	MM (%)	MG (%)	MM (kg)	MG (kg)	IMM (kg/m <sup>2</sup> )	IMG (kg/m <sup>2</sup> )	Constante hidratação
<b>Meninos</b>										
11,5	37,5	146,4	23,3	82,8	17,2	31,0	6,5	14,5	3,0	0,752
12,5	42,3	153,0	26,5	83,7	16,3	35,4	6,9	15,1	2,9	0,749
13,5	47,8	159,9	30,5	85,2	14,8	40,8	7,1	15,9	2,8	0,747
14,5	53,8	166,2	34,6	86,4	13,6	46,4	7,3	16,8	2,7	0,746
15,5	59,5	171,5	38,4	87,0	13,0	51,8	7,7	17,6	2,6	0,742
<b>Meninas</b>										
11,5	39,2	148,2	22,6	77,3	22,7	30,3	8,9	13,8	4,1	0,746
12,5	43,8	154,6	25,6	78,5	21,5	34,4	9,4	14,4	3,9	0,745
13,5	48,3	159,0	28,0	78,2	21,8	37,7	10,5	14,9	4,2	0,742
14,5	52,1	161,2	29,6	76,8	23,2	40,0	12,1	15,4	4,7	0,740
15,5	55,0	162,1	30,5	75,3	24,7	41,4	13,6	15,7	5,2	0,737

## 2.7 Análise estatística

Todas as variáveis do estudo foram avaliadas quanto à normalidade da distribuição previamente às análises, e as transformações apropriadas foram aplicadas quando necessário. Os resultados da pesquisa são apresentados como média (M) e desvio-padrão (DP). Diferenças

nas variáveis foram testadas através de análise de variância (ANOVA) ou do teste *t Student* pareado. O valor de significância considerado foi  $P < 0,05$ . O programa SPSS 7,0 para WINDOWS (SPSS Inc, Chicago, Estados Unidos) foi usado nos cálculos.

Para se estudar os possíveis fatores de AF ou atividades sedentárias associados à composição corporal de meninos e meninas foi utilizado o ajustamento de uma modelo de regressão linear múltiplo. Para cada gênero considerou-se como variáveis dependentes: o IMC, o IMM e o IMG e as seguintes variáveis independentes: horas de TV, vídeo e computador, horas de treinamento e NAF. Para ambos os gêneros o efeito da idade e da maturação foram controlados. As variáveis dependentes foram inicialmente transformadas para a escala logarítmica neperiana de forma a diminuir a variabilidade presente e garantir uma aproximação para a distribuição normal. Verificou-se uma alta multicolinearidade entre as variáveis horas de treinamento e NAF para os diversos ajustes, preferindo-se manter a variável NAF e excluindo-se a variável horas de treinamento. Optou-se pelo NAF por este abranger o conjunto das atividades exercidas pelos adolescentes, englobando também as horas de treinamento.

A concordância entre os métodos utilizados para estimar a composição corporal foi medida através do teste de BLAND & ALTMAN (1986). A análise foi realizada com as diferenças médias entre os métodos e os limites de concordância (LC) em 95% ( $\pm 2$  DPs da diferença entre métodos). Regressão linear múltipla foi realizada para descrever uma nova equação preditiva do %MG, onde as variáveis independentes (gênero, idade, maturação, peso, altura, IMC, dobra cutânea tricipital e subscapular) foram analisadas através dos valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e do erro padrão (SE).

## 2.8 Custos da pesquisa

Os materiais utilizados na primeira etapa da pesquisa fazem parte do Laboratório de Bioquímica da Nutrição da UnB. O transporte dos entrevistadores até o local de coleta dos dados foi realizado em veículo próprio. O projeto recebeu apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para pagamento de uma bolsa de doutorado, uma taxa de bancada e uma bolsa de estudo para aluno da graduação do PIBIC.

Para a realização da segunda etapa da pesquisa, a aquisição dos materiais necessários ( $^2\text{H}_2\text{O}$ , tubos de coleta e eletrodos para a BIA) foi orçada em R\$ 3.500,00 (três mil e quinhentos reais). A Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos (FINATEC) apoiou com o valor de R\$ 1.500,00 (um mil e quinhentos reais) e o Fundo de Pesquisa (FUNPE) apoiou com o valor de R\$ 2.000,00 (dois mil reais).

A etapa do projeto relativa à análise das amostras de saliva com o  $^2\text{H}_2\text{O}$  foi realizada em conjunto o MRC - HNR, Cambridge, Inglaterra. Esta etapa recebeu financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através de uma bolsa de estágio de doutoramento no exterior, para as despesas de passagem e acomodação da pesquisadora no referido centro no período de 01 de agosto de 2004 a 15 de julho de 2005. As despesas com os materiais necessários e os reagentes para realização das determinações de deutério na saliva foram assumidas pelo MRC - HNR, Cambridge, Inglaterra, através do convênio firmado entre os coordenadores dos Laboratórios.

## Capítulo 3: Resultados

### 3.1 Resultados da primeira fase

A população estudada ( $n = 326$ ) tinha entre 11 e 15 anos, com idade média de 13,0 (DP 1,0) anos. Três indivíduos (0,1%) selecionados não quiseram participar da pesquisa e dez indivíduos (3,0%) foram excluídos por não completar todas as etapas da pesquisa.

A maioria da população possui nível sócio-econômico médio-alto (51%), alto (22%) ou médio (19%), com uma renda familiar média de R\$ 1480,00 ou US\$ 645,00; R\$ 2250,00 ou US\$ 978,00; ou acima de R\$ 3450,00 ou US\$ 1500,00, respectivamente. Apenas 8% possuem nível sócio-econômico médio-baixo ou baixo (com uma renda familiar média de R\$ 780,00 ou US\$ 338,00; ou  $\leq$  R\$ 400,00 ou  $\leq$  US\$ 174,00, respectivamente). Os adolescentes possuíam um nível de escolaridade médio de 5,5 (DP 1,2) anos e uma experiência prévia em treinamento esportivo em média de 2,8 (DP 2,3) anos. Eles gastavam em média 4,9 (DP 0,3) horas por dia na escola e 1,5 (DP 0,9) horas por dia estudando em casa ou biblioteca durante os 5 dias de semana, passavam em média 8,5 (DP 1,1) horas por dia dormindo, e 3,3 (DP 1,9) horas por dia em atividades sedentárias, como assistir TV, jogar videogame ou usar o computador. Não houve diferenças significativas entre meninos ( $n = 204$ ) e meninas ( $n = 122$ ) em nenhuma das características descritas acima.

Apesar da similaridade na idade média entre meninos e meninas, significativamente ( $P < 0,05$ ) mais meninas (66%) relataram a presença da maturação do que os meninos (53%). Horas de treinamento por dia, NAF e MG (em % e índice) também foram significativamente maiores em meninas do que em meninos (**Tabela 2**). A grande maioria dos adolescentes de

ambos os gêneros (90%) definiu como moderada a intensa a intensidade do treinamento realizado. Significativamente ( $P < 0,01$ ) mais meninos (49%) relataram participar de outras AF organizadas do que meninas (32%). Entretanto, as horas gastas nas outras AF organizadas por dia não foram estatisticamente diferente entre os gêneros ( $M = 0,52$ ;  $DP = 0,28$ ).

**Tabela 2**– Características descritivas e corporais dos adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal na primeira fase, 2003.

Características	Meninos (n = 204)			Meninas (n = 122)		
	M	DP	Variação	M	DP	Variação
Idade (anos)	12,9	1,0	10,4 a 15,6	13,1	1,1	11,0 a 14,8
Treinamento (h/d)	0,9	0,6 <sup>***</sup>	0,2 a 3,0	1,3	0,9	0,3 a 3,6
TV (h/d)	3,3	1,9	0,4 a 9,0	3,2	1,9	0,0 a 8,6
NAF	1,55	0,15 <sup>***</sup>	1,30 a 2,19	1,64	0,22	1,33 a 2,21
Peso (kg)	48,4	11,0	28,2 a 82,1	48,5	9,7	29,0 a 75,4
Altura (cm)	158,2	10,9	137,0 a 188,0	157,8	8,2	129,0 a 181,0
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	19,2	2,7	13,0 a 30,0	19,3	2,9	14,4 a 32,3
Dobra tricipital (mm)	10,5	4,3	4,2 a 27,2	13,5	5,4	4,6 a 29,2
Dobra subescapular (mm)	7,9	3,8	4,0 a 23,7	9,9	4,3	4,2 a 32,1
IMM (kg/m <sup>2</sup> )	16,1	1,6	10,7 a 21,6	15,0	1,5	10,3 a 21,3
IMG (kg/m <sup>2</sup> )	3,1	1,6 <sup>*</sup>	0,9 a 8,9	4,3	1,8	1,5 a 11,0
MG (%)	15,7	5,9 <sup>***</sup>	6,1 a 33,1	21,7	6,5	9,2 a 35,4

DP, desvio padrão; TV, uso de televisão, videogame e computador; NAF, nível de atividade física; IMC, índice de massa corporal; IMG, índice de massa gorda; IMM, índice de massa magra; MG, massa gorda.

Significativamente diferente entre meninos e meninas, <sup>\*</sup>  $P < 0,05$ ; <sup>\*\*\*</sup>  $P < 0,001$  pelo teste *t Student*.

Antes das mensurações antropométricas serem realizadas, os desportistas foram estimulados a predizer seu peso e altura atuais. Os valores referidos pelos adolescentes apresentaram alta correlação com os valores medidos de peso ( $r = 0,94$ ) e altura ( $r = 0,89$ ). Os valores de peso e altura foram usados para calcular o IMC. O IMC calculado usando os valores referidos pelos próprios adolescentes não foi significativamente diferente do IMC calculado através dos valores medidos e apresentou altos valores de correlação com o IMC medido para meninos ( $r = 0,78$ ) e meninas ( $r = 0,83$ ).

Os valores médios do IMC medido para meninos e meninas estão dentro dos valores normais de acordo com os pontos de corte do IOTF (COLE *et al.*, 2000). Entretanto, 14,7% dos meninos e 13,1% das meninas foram classificados como portadores de sobrepeso ou obesidade. Nenhuma diferença significativa foi encontrada para idade, padrão de atividades físicas (horas de treino ou NAF), atividades sedentárias (uso de TV, videogame e computador) ou altura entre os classificados como sobrepeso ou obesidade e aqueles com IMC normal. Entretanto, meninos e meninas com sobrepeso ou obesidade apresentaram peso, MG (em % e índice) e IMM significativamente maiores (todos  $P < 0,001$ ) do que seus colegas com IMC normal.

O grupo foi estratificado em aqueles que treinavam menos de uma hora por dia e aqueles que treinavam uma hora ou mais por dia (**Tabela 3**). Meninos que treinavam mais eram significativamente mais velhos e meninas que treinavam mais eram significativamente mais novas (ambos  $P < 0,05$ ), portanto os resultados apresentados foram ajustados pela idade e maturação. Meninos e meninas que treinavam mais apresentaram NAF e IMM significativamente maiores do que seus colegas que treinavam menos. Meninos que treinavam mais também apresentaram peso, altura e IMC significativamente maiores. Meninas que treinavam mais apresentaram também MG (%) significativamente menor e gastavam

significativamente menos horas usando TV, videogame e computador. Os resultados se mantiveram similares quando a análise foi realizada utilizando o NAF de 1,40 como o ponto de corte para a estratificação dos grupos.

**Tabela 3**– Atividade física, atividades sedentárias e composição corporal de adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal, separados por horas de treino e ajustados para idade e maturação, 2003.

Treino	Meninos				Meninas			
	< 1 (h/d) (n = 146)		≥ 1 (h/d) (n = 58)		< 1 (h/d) (n = 67)		≥ 1 (h/d) (n = 55)	
Características	M	95% IC	M	95% IC	M	95% IC	M	95% IC
Treino (h/d)	0,6 <sup>***</sup>	0,5 a 0,7	1,6	1,6 a 1,7	0,6 <sup>†††</sup>	0,5 a 0,8	2,1	1,9 a 2,2
TV (h/d)	3,3	3,0 a 3,6	3,3	2,9 a 3,8	3,6 <sup>†</sup>	3,2 a 4,1	2,8	2,2 a 3,3
NAF	1,48 <sup>***</sup>	1,46 a 1,50	1,72	1,69 a 1,75	1,49 <sup>†††</sup>	1,45 a 1,52	1,82	1,78 a 1,86
Peso (kg)	47,0 <sup>***</sup>	45,5 a 48,6	51,9	49,4 a 54,3	47,9	45,8 a 50,0	49,2	46,9 a 51,6
Altura (cm)	157,1 <sup>**</sup>	155,7 a 158,5	161,1	158,9 a 163,3	157,0	155,2 a 58,7	158,8	156,8 a 160,8
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	18,9 <sup>*</sup>	18,5 a 19,3	19,8	19,1 a 20,5	19,4	18,7 a 20,1	19,4	18,7 a 20,2
IMM (kg/m <sup>2</sup> )	15,9 <sup>**</sup>	15,6 a 16,1	16,5	16,1 a 16,9	14,8 <sup>†</sup>	14,4 a 15,1	15,4	15,0 a 15,8
IMG (kg/m <sup>2</sup> )	3,0	2,8 a 3,3	3,3	2,9 a 3,7	4,6	4,2 a 5,1	4,0	3,5 a 4,5
MG (%)	15,5	14,5 a 16,4	16,1	14,6 a 17,7	23,3 <sup>††</sup>	21,8 a 24,8	19,7	18,1 a 21,4

IC, intervalo de confiança; TV, uso de televisão, videogame e computador; NAF, nível de atividade física; IMC, índice de massa corporal; IMM, índice de massa magra; IMG, índice de massa gorda; MG, massa gorda.

Significativamente diferente entre meninos que treinam menos que, ou uma ou mais horas por dia, <sup>\*</sup>  $P < 0,05$ ; <sup>\*\*</sup>  $P < 0,01$ , <sup>\*\*\*</sup>  $P < 0,001$  pelo teste *t Student*.

Significativamente diferente entre meninas que treinam menos que, ou uma ou mais horas por dia, <sup>†</sup>  $P < 0,05$ ; <sup>††</sup>  $P < 0,01$ , <sup>†††</sup>  $P < 0,001$  pelo teste *t Student*.

Correlações significativas foram encontradas entre as medidas de composição corporal. O IMC foi positivamente e significativamente correlacionado com o IMM ( $r = 0,84$ ), o IMG ( $r = 0,82$  e  $r = 0,90$ ) e o %MG ( $r = 0,69$  e  $r = 0,76$ ) em meninos e meninas respectivamente (todos  $P < 0,01$ ). Em meninos, o IMC ( $r = 0,21$  para ambas) e o IMM ( $r = 0,40$  e  $r = 0,32$ ) foram positivamente e significativamente associados com a idade e a maturação, respectivamente (todos  $P < 0,01$ ) e o %MG foi negativamente e significativamente correlacionado à idade ( $r = -0,15$ ;  $P < 0,05$ ). Em meninas o IMC ( $r = 0,31$  e  $r = 0,42$ ), o IMM ( $r = 0,27$  e  $r = 0,39$ ), o IMG ( $r = 0,27$  e  $r = 0,35$ ), e o %MG ( $r = 0,25$  e  $r = 0,32$ ) foram positivamente e significativamente correlacionados com a idade e a maturação, respectivamente (todos  $P < 0,01$ ).

Para avaliar a associação entre AF, atividades sedentárias e composição corporal, um modelo de regressão linear múltiplo foi utilizado. O modelo foi ajustado para idade e maturação pois, como foi mostrado, estas estavam associadas às variáveis estudadas da composição corporal (**Tabela 4**). Em meninos, o IMC e o IMM foram positivamente e significativamente associados com o NAF. Nas meninas, o IMC e o IMG foram negativamente e significativamente associados com o NAF. Nenhuma associação entre horas gastas em atividades sedentárias e composição corporal foi encontrada para ambos os gêneros.

**Tabela 4**– Análise multivariada examinando a associação entre atividade física, atividades sedentárias e composição corporal em adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal, 2003<sup>1</sup>.

	IMC (kg/m <sup>2</sup> )*			IMG (kg/m <sup>2</sup> )*			IMM (kg/m <sup>2</sup> )*		
	$\beta$	SE	<i>P</i>	$\beta$	SE	<i>P</i>	$\beta$	SE	<i>P</i>
Meninos (n=204)									
NAF	0,14	0,05	<0,05	-0,02	0,02	NS	0,15	0,04	<0,001
TV (h/d)	0,00	0,01	NS	0,00	0,00	NS	0,01	0,00	NS
Meninas (n=122)									
NAF	-0,11	0,05	<0,05	-0,75	0,16	<0,001	0,04	0,04	NS
TV (h/d)	-0,01	0,01	NS	-0,03	0,02	NS	-0,00	0,00	NS

<sup>1</sup> Todos os modelos foram ajustados para idade e maturação; \* Medidas foram transformadas para a escala logarítmica neperiana; IMC, índice de massa corporal; IMG, índice de massa gorda; IMM, índice de massa magra;  $\beta$ , coeficiente de regressão não padronizado; SE, erro padrão; NAF, nível de atividade física; TV, uso de televisão, videogame e computador.

### 3.2 Resultados da segunda fase

Na segunda fase, uma sub-amostra foi sorteada entre os adolescentes pesquisados na primeira fase em função de limitações de custo para as análises. Vinte e dois indivíduos selecionados (21%) não puderam ser contatados ou não quiseram participar da pesquisa. A amostra estudada na segunda fase (n = 104) apresentou idade média de 13,6 (DP 1,1) anos, relatou treinar em média 1,1 (DP 0,7) horas por dia e a distribuição percentual do nível sócio-

econômico manteve-se similar à primeira fase. Não houve diferenças significativas entre meninos (n = 50) e meninas (n = 54) em nenhuma destas características.

A média e o desvio padrão para idade, características antropométricas e impedância são apresentados na **Tabela 5**. As meninas apresentaram um valor de resistência significativamente maior do que os meninos.

**Tabela 5**– Características descritivas e corporais dos adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal na segunda fase, 2004.

Características	Meninos (n = 50)			Meninas (n = 54)		
	M	DP	Variação	M	DP	Variação
Idade (anos)	13,5	1,0	11,4 a 15,3	13,6	1,1	11,9 a 15,6
Peso (kg)	53,6	12,4	32,4 a 82,5	50,5	11,3	32,7 a 79,0
Altura (cm)	162,7	11,2	145,5 a 191,0	160,6	8,9	135,0 a 181,0
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	20,0	3,0	15,3 a 27,4	19,4	3,4	13,9 a 32,9
Dobra Tricipital (mm)	11,1	5,4	4,6 a 26,9	12,8	5,3	4,8 a 27,6
Dobra Subescapular (mm)	8,9	4,3	4,7 a 23,0	9,9	4,3	4,2 a 26,1
Resistência à 50 kHz ( $\Omega$ )	591	81	449 a 820	680	82 <sup>***</sup>	532 a 860

M, média; DP, desvio padrão; IMC, índice de massa corporal.

Significativamente diferente entre meninos e meninas, <sup>\*\*\*</sup> $P < 0,001$ .

Usando os pontos de corte do IOTF (COLE *et al.*, 2000), os valores médios de IMC para meninos e meninas se mantiveram dentro dos valores normais. Entretanto, 21,1% dos meninos e 12,7% das meninas foram classificados como portadores de sobrepeso ou obesidade.

Quando a ACT foi mensurada através da hidrometria com  $^2\text{H}_2\text{O}$  e os valores de composição corporal foram calculados, todos os valores médios apresentaram diferenças significativas entre meninos e meninas (**Tabela 6**).

**Tabela 6**– Composição corporal por hidrometria com óxido de deutério em adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal, 2004.

Características	Meninos (n = 50)			Meninas (n = 54)		
	M	DP	Variação	M	DP	Variação
ACT (L)	31,6	6,9	19,7 a 45,8	27,7	4,5 <sup>***</sup>	19,1 a 36,5
MM (kg)	42,3	9,3	26,9 a 62,7	37,3	6,1 <sup>***</sup>	26,1 a 50,0
MG (kg)	11,3	5,4	2,7 a 26,0	13,2	6,5 <sup>*</sup>	4,2 a 36,0
MM (%)	79,5	7,2	57,6 a 92,1	75,0	6,8 <sup>***</sup>	54,5 a 87,5
MG (%)	20,5	7,2	7,9 a 42,4	25,0	6,8 <sup>***</sup>	12,5 a 45,5
IMM (kg/m <sup>2</sup> )	15,8	1,9	12,7 a 20,0	14,4	1,5 <sup>***</sup>	11,0 a 17,9
IMG (kg/m <sup>2</sup> )	4,2	2,0	1,3 a 10,2	5,0	2,3 <sup>*</sup>	1,8 a 15,0

M, média; DP, desvio padrão; ACT, água corporal total; MM, massa magra; MG, massa gorda; IMM, índice de MM; IMG, índice de massa gorda.

Significativamente diferente entre meninos e meninas, <sup>\*</sup> $P < 0,05$ ; <sup>\*\*\*</sup> $P < 0,001$ .

Comparando os valores de composição corporal resultantes da medição com  $^2\text{H}_2\text{O}$  em adolescentes brasileiros do DF com o adolescente referência com idade média de 13,5 anos (vide Tabela 1, página 29), os meninos brasileiros foram em média mais pesados (+5,8 kg), mais altos (+2,8 cm), com mais ACT (+1,2 L), MM (+1,5 kg), MG (+4,2 kg), %MG (+5,7 %) e IMG (+1,5 kg/m<sup>2</sup>), mas apresentaram menos MM percentual (-5,7 %) e IMM (-0,2 kg/m<sup>2</sup>). As meninas brasileiras foram em média mais pesadas (+2,2 kg), mais altas (+1,6 cm), com mais MG (+2,7 kg), %MG (+3,2 %), IMG (+0,9 kg/m<sup>2</sup>), mas apresentaram menor ACT (-0,3 L), MM (-0,4 kg), MM percentual (-3,2 %) e IMM (-0,5 kg/m<sup>2</sup>).

Comparados com adolescentes europeus com idade entre 13,0 e 13,9 anos (TAYLOR *et al.*, 2002), nossos meninos apresentaram mais MM (+2,7 kg), mais %MG (+8,0 %) e nossas meninas apresentaram menos MM (-0,7 kg) e menos %MG (-6,0 %). Comparados com crianças brancas com idades entre 11 e 14 anos (VAN DER SLUIS *et al.*, 2002) nossos meninos eram mais velhos (+0,3 anos), mais altos (+3,6 cm), mais pesados (+3,3 kg) e com menos %MG (-0,3 %), e nossas meninas eram mais velhas (+0,4 anos), mais altas (+3,2 cm), menos pesadas (-1,9 kg) e com menos %MG (-4,5 %). Comparados com 56 meninos saudáveis com idades entre 10 e 14 anos nossos meninos eram mais velhos (+0,6 anos), mais altos (+3,5 cm), mais pesados (+0,7 kg), e com mais %MG (+2,1%), comparado com o resultado do modelo de três compartimentos realizado por PARKER *et al.* (2003).

Na sub-amostra de 104 adolescentes examinados nesta fase, a maioria das meninas (67,3%) e meninos (59,6%) também apresentaram a presença de maturação. As meninas com presença de menarca são mais velhas e apresentam valores de IMC, MM (% e índice) e MG (% e índice) significativamente maiores do que as meninas que ainda não tiveram a menarca. Meninos com maturação são mais velhos e possuem valor de IMM significativamente maior do que meninos sem maturação. Comparando meninos e meninas com maturação, a MM (% e

índice) foi significativamente maior em meninos e a MG (% e índice) foi significativamente maior em meninas. Naqueles sem maturação, apenas o IMM foi significativamente maior em meninos do que em meninas (**Tabela 7**).

**Tabela 7**– Características descritivas e corporais por hidrometria com óxido de deutério em adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal divididos por maturação, 2004.

Maturação	Meninos				Meninas			
	Sim (n = 30)		Não (n = 20)		Sim (n = 36)		Não (n = 18)	
Características	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Idade (anos)	14,0	0,9 <sup>***</sup>	12,8	0,8	14,1	0,9 <sup>†††</sup>	12,7	0,7
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	20,6	2,6	19,1	3,3	20,6	3,3 <sup>†††</sup>	17,1	2,4
MM (%)	80,2	7,0	78,4	7,5	72,6	6,5 <sup>†††, ††††</sup>	79,7	4,6
MG (%)	19,8	7,0	21,6	7,5	27,4	6,5 <sup>†††, ††††</sup>	20,3	4,6
IMM (kg/m <sup>2</sup> )	16,4	1,7 <sup>**</sup>	14,8	1,8	14,8	1,4 <sup>†, ††††</sup>	13,6	1,4 <sup>§</sup>
IMG (kg/m <sup>2</sup> )	4,2	1,9	4,3	2,1	5,8	2,4 <sup>†††, ††</sup>	3,5	1,3

M, média; DP, desvio padrão; IMC, índice de massa corporal; MM, massa magra; MG, massa gorda; IMM, índice de massa magra; IMG, índice de massa gorda.

Significativamente diferente entre meninos com e sem maturação <sup>\*\*</sup> $P < 0,01$ , <sup>\*\*\*</sup> $P < 0,001$ .

Significativamente diferente entre meninas com e sem maturação <sup>†</sup> $P < 0,05$ , <sup>†††</sup> $P < 0,001$ .

Significativamente diferente entre meninas e meninos com maturação <sup>††</sup> $P < 0,01$ , <sup>††††</sup> $P < 0,001$ .

Significativamente diferente entre meninas e meninos sem maturação <sup>§</sup> $P < 0,05$ .

Todos os métodos e equações estudados foram positivamente e significativamente correlacionados com o método da hidrometria (**Tabela 8**).

**Tabela 8**– Correlação dos parâmetros de composição corporal de adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal obtidos pelos métodos de antropometria e bioimpedância com o método de hidrometria, 2004.

Método	Equação de	Variável	Correlação	
			Meninos	Meninas
<b>Antropometria</b>				
	BOILEAU (1985)	MG (%)	0,88	0,87
	BOILEAU (1985)	ACT (L)	0,98	0,95
<b>Bioimpedância</b>				
	SUN (2003)	MG (%)	0,86	0,89
	SUN (2003)	ACT (L)	0,98	0,97
	KUSHNER (1986)	MG (%)	0,89	0,89
	KUSHNER (1986)	ACT (L)	0,98	0,97
	LUKASKI (1985)	MG (%)	0,86	0,89
	LUKASKI (1985)	ACT (L)	0,96	0,95

MG, massa gorda; ACT, água corporal total.

Ao comparar os resultados de composição corporal obtidos através das diversas equações, a estimativa de ACT não foi significativamente diferente em meninos. Entretanto, quando expresso em %MG, os resultados foram significativamente diferentes, especialmente para a equação de BOILEAU, LOHMAN & SLAUGHTER (1985), resultando em variações

de até 5,3%. Nas meninas, a estimativa de ACT foi significativamente diferente entre as equações principalmente os valores apresentados pela equação de BOILEAU, LOHMAN & SLAUGHTER (1985). Quando expressos como %MG, os valores permaneceram significativamente diferentes com variações de até 7,8% (**Tabela 9**).

**Tabela 9**– Composição corporal estimada por antropometria e BIA em adolescentes fisicamente ativos do Distrito Federal, 2004.

Método	Antropometria				Bioimpedância			
	BOILEAU (1985)		SUN (2003)		KUSHNER (1986)		LUKASKI (1985)	
Equação de	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Meninos (n = 50)								
ACT (L)	33,0	6,6	31,7	6,8	32,5	6,9	31,3	6,6
MG (%)**	16,7	6,9	20,6	6,4	19,2	7,3	22,0	8,7
Meninas (n = 54)								
ACT (L)**	29,2	4,7	26,8	4,2	28,2	4,7	26,5	4,2
MG (%)***	20,9	6,7	27,9	6,9	24,4	7,0	28,7	8,0

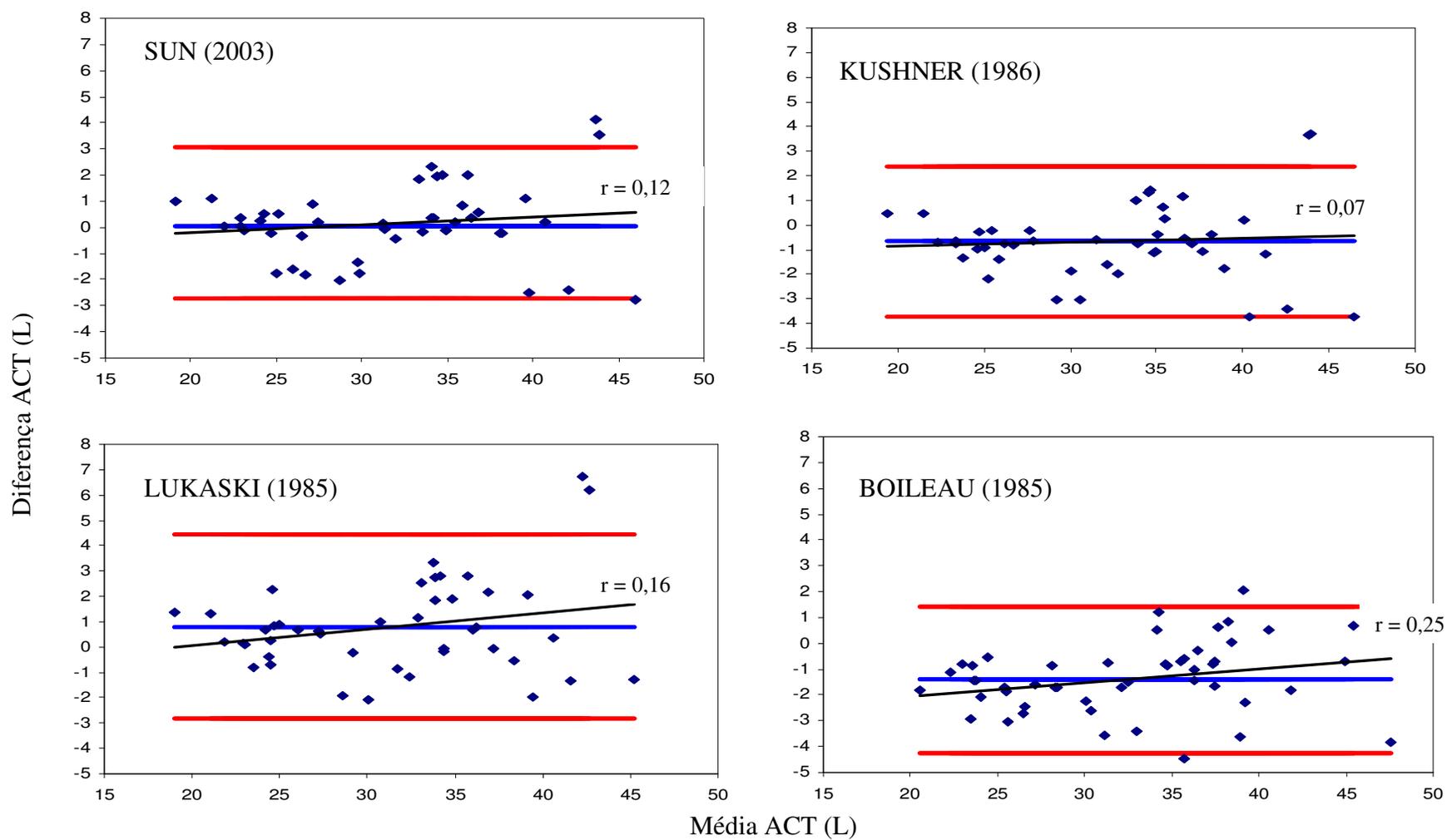
M, média; DP, desvio padrão; ACT, água corporal total; MG, massa gorda;

Significativamente diferente entre equações por ANOVA: \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ .

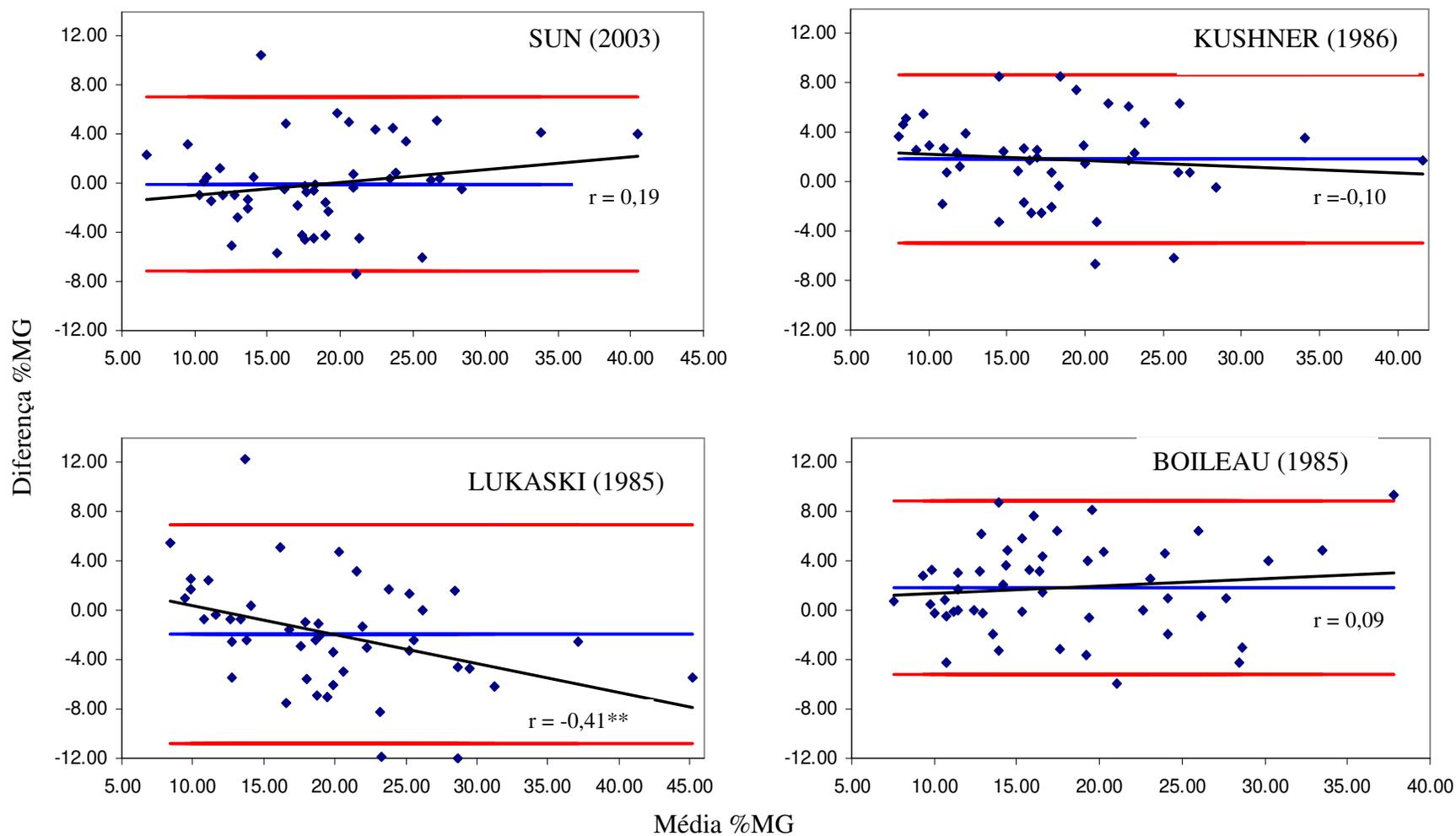
Valores de ACT e %MG obtidos através do método de diluição de  $^2\text{H}_2\text{O}$  foram comparados com os valores obtidos através das equações de antropometria e BIA pelo teste de Bland-Altman (**Figuras 1-4**). Em meninos, a equação BIA / SUN (2003) produziu o menor

viés para média de ACT e %MG quando comparado com o método  $^2\text{H}_2\text{O}$ . Para meninas, a equação de BIA / KUSHNER (1986) demonstrou a melhor concordância com o método  $^2\text{H}_2\text{O}$  para ACT e %MG médios. Ambos os gêneros apresentaram alta sub ou superestimação dos valores individuais de ACT e %MG. Os valores de correlação (r) entre a magnitude média e a diferença entre as técnicas foram significativos para ACT e %MG na equação de LUKASKI *et al.*, (1998) em ambos os gêneros e ACT na equação de SUN *et al.*, (2003) em meninas.

**Figura 1**– Vieses, limites de concordância de 95% (LC) e correlação (r) para ACT (L) (hidrometria - equações de antropometria e BIA) em meninos fisicamente ativos do Distrito Federal, 2004.

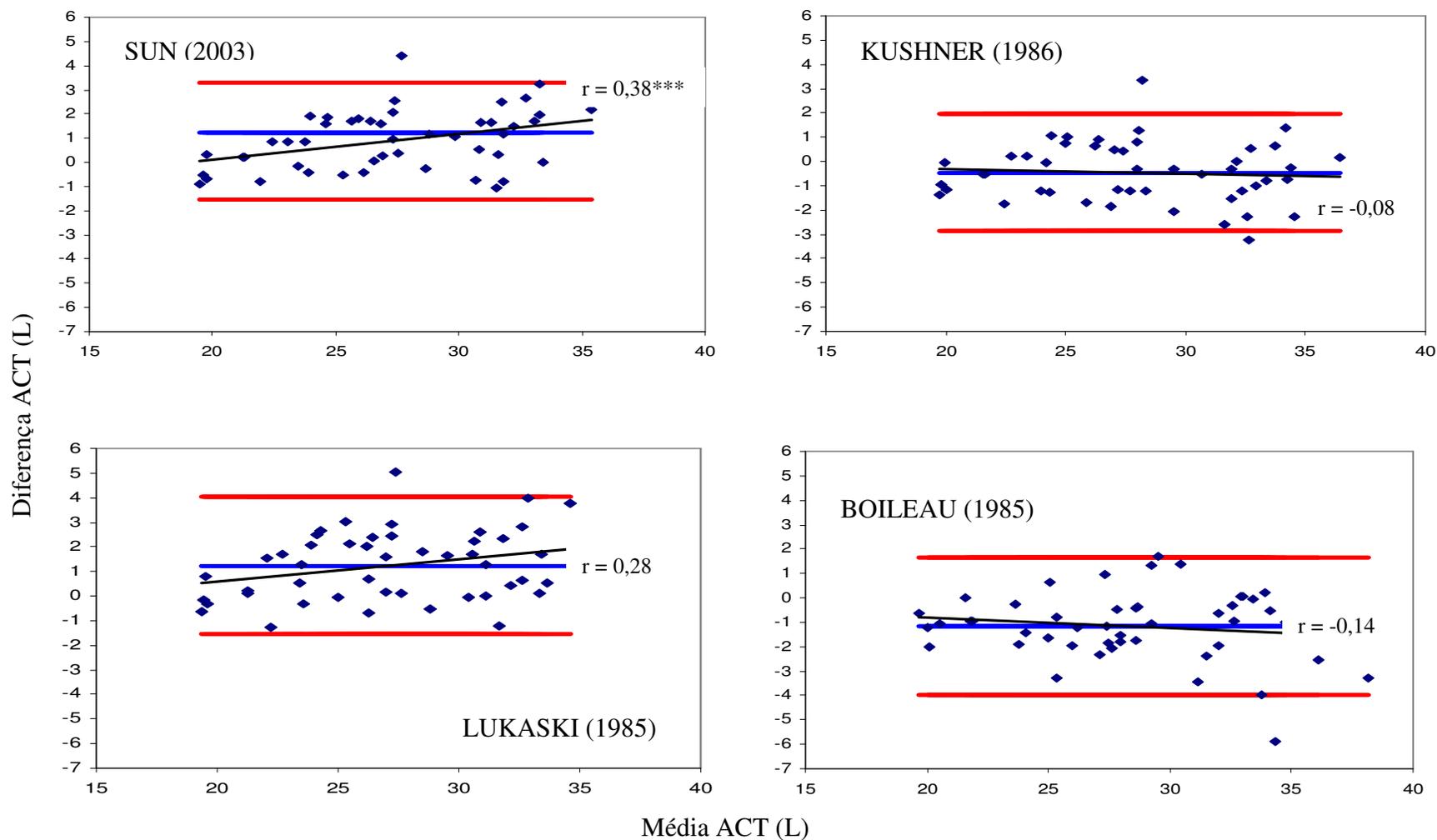


**Figura 2-** Vieses, limites de concordância de 95% (LC) e correlação (r) para %MG (hidrometria - equações de antropometria e BIA) em meninos fisicamente ativos do Distrito Federal, 2004.



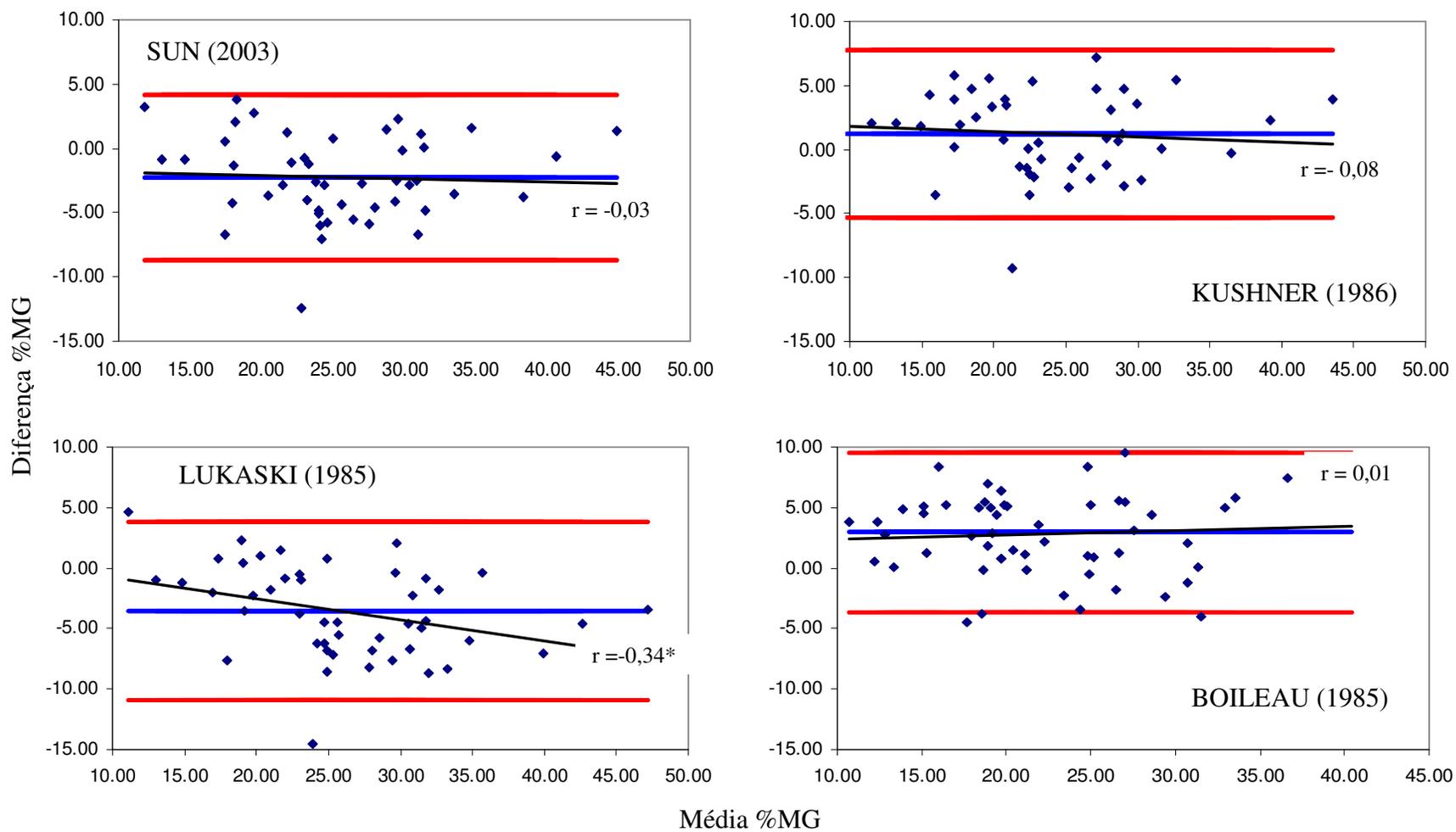
\*\*  $P < 0,01$

**Figura 3**– Vieses, limites de concordância de 95% (LC) e correlação (r) para ACT (L) (hidrometria - equações de antropometria e BIA) em meninas fisicamente ativas do Distrito Federal, 2004.



\*\*\*  $P < 0,001$

**Figura 4**– Vieses, limites de concordância de 95% (LC) e correlação (r) para %MG (hidrometria - equações de antropometria e BIA) em meninas fisicamente ativas do Distrito Federal, 2004.



\*  $P < 0,05$

Devido à grande variabilidade individual das equações estudadas na predição da composição corporal de adolescentes brasileiros do DF fisicamente ativos, uma nova equação foi desenvolvida para indivíduos deste grupo populacional através do modelo de regressão linear múltipla. A variável dependente escolhida foi o %MG. A variável gênero contribuiu com um  $R^2$  de 0,12 (SE = 1,40) para explicar a variação no %MG quando o grupo foi analisado como um todo portanto, as equações de regressão para prever o %MG nesta população foram separadas por gênero. O coeficiente não padronizado ( $\beta$ ), o erro padrão (SE), e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), obtidos para a variável %MG no modelo escolhido são mostrados na **Tabela 10**.

**Tabela 10**– Regressão linear múltipla do %MG medida por óxido de deutério e as variáveis independentes significativas para sua predição em adolescentes brasileiros do DF fisicamente ativos, 2004.

Modelos		$\beta$	SE	$R^2$
Meninos (n = 50)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	-0,67	0,25	0,81
	Triceps (mm)	1,49	0,14	
	Constante	17,25	3,98	
Meninas (n = 54)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0,43	0,24	0,80
	Triceps (mm)	0,81	0,15	
	Maturação (0 = não, 1 = sim)	1,91	1,03	
	Constante	4,88	3,14	

MG, massa gorda;  $\beta$ , coeficiente não padronizado; SE, erro padrão;  $R^2$ , coeficiente de determinação; IMC, índice de massa corporal.

Reescrevendo os modelos acima produzimos as seguintes equações:

$$\text{Para meninos: } MG (\%) = 17,25 + 1,49 \times T - 0,67 \times IMC$$

$$\text{Para meninas: } MG (\%) = 4,88 + 0,81 \times T + 0,43 \times IMC + 1,91 \times M$$

onde T representa a dobra cutânea do tríceps (mm), IMC é o índice de massa corporal ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) e M é maturação (0 significa ausência e 1 presença da maturação).

## **CAPÍTULO 4: DISCUSSÃO**

Este trabalho tem por mérito ser o primeiro a: (I) estudar a relação entre AF, atividades sedentárias e composição corporal em uma amostra relativamente grande de adolescentes brasileiros do DF fisicamente ativos; (II) apresentar resultados de composição corporal mensurados através do método da hidrometria com  $^2\text{H}_2\text{O}$  em um subgrupo desta população; e (III) aferir a validade da antropometria e da BIA como métodos de avaliação da composição corporal quando aplicados a este grupo populacional.

A amostra pesquisada foi bastante homogênea, com meninos e meninas apresentando idade, peso, altura, IMC, nível socioeconômico e renda, nível de escolaridade e comportamento sedentário similares em ambas as fases do estudo. A população estudada participa do treinamento de uma modalidade esportiva, está envolvida em competições desta modalidade e alguns indivíduos apresentam bastante experiência prévia e dedicação atual ao treinamento físico. Por estas características alguns indivíduos poderiam ser classificados como atletas, entretanto, os DPs encontrados para estas variáveis são consideráveis, o que dificulta a caracterização do grupo como um todo e justifica a adoção de um termo mais amplo como o termo “fisicamente ativo” para definir este grupo de adolescentes. Esta amostra não é representativa da população adolescente brasileira em geral, mas reflete a realidade da participação de adolescentes nas AFs em países em desenvolvimento, onde indivíduos de baixa renda são naturalmente excluídos por falta de tempo devido à necessidade de trabalhar ou por falta de recursos financeiros para adquirir os equipamentos e as roupas próprias para a prática da atividade e para o transporte até o local de treinamento.

As perdas sofridas na seleção da amostra da primeira fase foram bastante pequenas e não comprometem a validade da pesquisa pois perdas acima de 10% é que devem ser consideradas relevantes (PEREIRA, 1995). As perdas ocorridas na segunda fase, apesar de maiores, podem ser explicadas pela necessidade de um grande nível de colaboração por parte dos sujeitos envolvidos e da necessidade da disponibilidade de tempo para a realização dos procedimentos laboratoriais.

Os adolescentes pesquisados de ambos os gêneros possuem uma noção correta de seu peso e altura corporais, não apresentando nenhuma tendência à distorção da imagem corporal. Como esperado, apesar da similaridade na idade, mais meninas relataram a presença da maturação biológica e apresentaram maior quantidade de MG do que os meninos em ambas as fases. Durante a adolescência, as meninas geralmente entram na puberdade mais cedo do que os meninos e o aumento no IMC para meninas é a consequência do aumento em ambos, MM e mais marcadamente na MG após a menarca enquanto os meninos em desenvolvimento geralmente apresentam aumento da ACT e da MM (ROGOL *et al.*, 2000).

As meninas também relataram treinar por mais tempo e apresentaram maior NAF do que os meninos. Este dado contrasta com outros estudos que relatam níveis maiores de AF para meninos (EISENMANN *et al.*, 2002; EKELUND *et al.*, 2005; GUTIN *et al.*, 2005; RENNIE *et al.*, 2005). A possível explicação deste fato é que o grupo de ginastas (n = 15) possui apenas integrantes femininas e apresentou horas de treinamento diário (M 3,0; DP 0,5) significativamente maiores ( $P < 0,001$ ) do que o grupo dos demais adolescentes. Além do treinamento, ambos os gêneros gastam em média meia hora por dia participando de outras AF organizadas, entretanto, significativamente mais meninos do que meninas

relataram participar destas atividades ( $P < 0,01$ ), corroborando assim com a idéia apresentada na literatura de que, nesta faixa etária, os meninos realizam mais AF do que as meninas.

Uma outra variável que foi avaliada é a intensidade média com que o treinamento foi realizado. A intensidade relativa da AF foi obtida através da indicação subjetiva do indivíduo quanto ao esforço realizado. De maneira geral, ambos os gêneros relataram que o esforço realizado foi de intensidade moderada (68%) a intensa (22%). A intensidade descreve o custo energético associado à prática da AF (LIVINGSTONE *et al.*, 2003) e foi utilizada para a seleção do CAF para o cálculo do NAF.

Ao analisar a associação entre AF, atividades sedentárias e composição corporal em adolescentes, é necessário levar em consideração que neste período da vida, mudanças na composição corporal estão relacionadas à idade devido ao crescimento biológico normal (ROENMICH *et al.*, 1997) e à maturação (ROGOL *et al.*, 2000). Na amostra estudada, a idade também esteve relacionada com a participação em AF, onde as meninas mais jovens e os meninos mais velhos treinavam significativamente mais que seus companheiros. Outros estudos também descrevem um declínio na participação em AF relacionados à idade durante a adolescência, principalmente entre meninas (ANDERSON *et al.*, 1998; KANN *et al.*, 1998; SALLIS & SAELENS, 2000; HOOS *et al.*, 2003).

Os adolescentes que treinavam uma hora ou mais por dia, após os ajustes para a idade e maturação, apresentaram maior NAF e IMM em ambos os gêneros, maior IMC em meninos e menor %MG em meninas. A análise multivariada examinando a associação entre AF e composição corporal, após os ajustes para a idade e maturação, mostrou que o NAF esteve associado com a composição corporal dos adolescentes, de maneira diferente para

cada gênero. Em meninos, o NAF apresentou associação positiva e significativa com o IMC e o IMM. Em meninas, o NAF teve associação negativa e significativa com o IMC e o IMG. Portanto, a hipótese de que a realização de AF está relacionada com mudanças na composição corporal do grupo estudado foi confirmada. Entretanto, é importante notar que o desenho transversal do estudo não permite o estabelecimento de uma relação de causa e efeito entre AF e composição corporal.

Em outros estudos, a associação entre o NAF e a MG foi observada em meninos mas não em meninas (BALL *et al.*, 2001; EKELUND *et al.*, 2005). Esta diferença pode ser explicada pelo fato de que adolescentes engajados em maior quantidade de AF tendem a apresentar menor quantidade de MG do que aqueles com menor quantidade de AF (GUTIN *et al.*, 2005). O tipo e a intensidade da AF realizada também são importantes na definição de mudanças na composição corporal. AF de curta duração e alta intensidade está relacionada ao aumento da MM e AF de longa duração e intensidade moderada está relacionada ao decréscimo de MG em adultos (WILMORE, 1983). As relações entre tipo e intensidade da AF e a composição corporal de adolescentes devem ser aprofundadas em futuros estudos que devem também, se possível, realizar mensurações da intensidade absoluta da AF.

Aproximadamente 1/3 de todos os adolescentes relataram passar quatro ou mais horas por dia em atividades sedentárias envolvendo TV, videogame e computador. Uma redução nas horas de atividades sedentárias foi verificada em meninas que treinavam mais de uma hora por dia. Outros estudos também reportam uma grande quantidade de atividades sedentárias em crianças e adolescentes contemporâneos (EISENMANN *et al.*, 1999; DOWDA *et al.*, 2001; DENNISON *et al.*, 2002). Horas de atividades sedentárias, apesar de

alta em ambos os gêneros, não esteve associada com a composição corporal. É possível que a prática da AF nesta amostra de adolescentes tenha exercido um efeito de proteção, evitando a associação entre atividades sedentárias e composição corporal.

Resultados inconsistentes associando ou não a AF, atividades sedentárias e a composição corporal são frequentes (EISENMANN *et al.*, 1999; GORAN *et al.*, 1999; BALL *et al.*, 2001; DENNISON *et al.*, 2002; RENNIE *et al.*, 2005) e podem ocorrer devido a vários fatores. Limitações metodológicas estão presentes na estimação ou mensuração da AF e atividades sedentárias. A AF e atividades sedentárias quando relatadas pelo próprio indivíduo estão associadas com vieses de memória (LIVINGSTONE *et al.*, 2003; EKELUND *et al.*, 2005), sendo particularmente problemático em crianças e adolescentes (LIVINGSTONE *et al.*, 2003). Até o presente momento não existe uma técnica de mensuração da AF que combine precisão com baixos custos e que possa portanto, ser utilizada em estudos epidemiológicos realizados em países em desenvolvimento (LIVINGSTONE *et al.*, 2003).

A análise da AF em crianças e adolescentes que diferem em tamanho corporal é influenciada pela forma em que a atividade física é expressa (EKELUND *et al.*, 2004). O NAF reflete predominantemente o custo energético da atividade física habitual e alguns autores defendem que a AF deve ser expressa como movimento corporal quando a relação desta com a composição corporal é estudada (ROWLANDS, 2000). Entretanto, pode ocorrer que o custo energético da AF habitual seja igualmente importante ao movimento corporal em sua relação com a composição corporal (ABBOTT & DAVIES, 2004). De fato, este estudo mostrou que o NAF apresentou uma associação mais forte com a composição corporal do que apenas as horas gastas com o treinamento. Como o NAF e as

horas de treinamento apresentaram uma alta multicolinearidade no modelo de regressão, apenas uma variável pôde ser mantida e assim optou-se pelo NAF.

Os resultados da análise entre AF e composição corporal também irão diferir de acordo com a forma escolhida para expressar a composição corporal. Alguns estudos usam apenas o IMC para relatar tendências ao sobrepeso ou à obesidade (DOWDA *et al.*, 2001; DENNISON *et al.*, 2002; EISENMANN *et al.*, 2002; BERKEY *et al.*, 2003). Entretanto o uso do IMC pode produzir erros sistemáticos nas classificações quando utilizados para diferentes grupos étnicos (WELLS *et al.*, 2002; DEURENBERG & DEURENBERG, 2003; FIELDS *et al.*, 2003) ou em indivíduos que possuem uma grande proporção de músculos em sua composição corporal (DURNIN & WOMERSLEY, 1974; MCARDLE *et al.*, 1996), pois apesar de ser correlacionado com o IMG e o IMM, o IMC não faz distinção entre estes dois compartimentos. O IMC é menos sensível do que mensurações de dobras cutâneas (MALINA & KATZMARZYK, 1999) e apesar da validade estatística do IMC em crianças e adolescentes, a suposição adicional que maiores valores de IMC são equivalentes à maior quantidade de gordura corporal é menos comprovada em adolescentes da população em geral (WELLS *et al.*, 2002).

De fato, este estudo mostrou que os adolescentes classificados com sobrepeso ou obesidade apresentavam maiores índices de MG mas também de MM em ambos os gêneros, o que pode ter causado classificações errôneas para alguns indivíduos. Ainda mais, os componentes do IMC apresentaram tendências diferentes entre os gêneros e análises do IMM e IMG foram mais apropriadas. A análise compartimentada deve ser escolhida sempre que possível uma vez que o excesso de gordura é o fator específico associado ao

risco aumentado para obesidade e doenças crônicas não transmissíveis (GUTIN *et al.*, 2002).

Fatores hereditários como a composição corporal dos pais e variações genéticas não foram abordados neste estudo mas exercem uma influência substancial na composição corporal e devem ser controlados sempre que possível (BOUCHARD *et al.*, 1997). Uma outra limitação que deve ser levada em conta é a indefinição da validade dos resultados de composição corporal produzidos por equações preditivas em diferentes grupos etários, raciais e de gênero (GUO *et al.*, 2000).

A segunda fase deste estudo comparou os resultados obtidos através de quatro equações, incluindo a equação utilizada para a realização das análises descritas acima (BOILEAU *et al.*, 1985) com o método de referência (hidrometria com  $^2\text{H}_2\text{O}$ ) em uma sub amostra de adolescentes brasileiros do DF fisicamente ativos.

Na segunda fase da pesquisa, ao realizar a comparação entre as diferentes técnicas e equações preditivas da composição corporal, o método de BLAND & ALTMAN (1986) foi utilizado pois possibilita avaliar a magnitude da distribuição dos erros das mensurações incluindo seus vieses. Outros estudos (LUKASKI *et al.*, 1985; VAN LOAN, 1990; HOUTKOOOPER *et al.* 1992; ELLIS & WONG, 1998) utilizaram o coeficiente de correlação para avaliar as diferenças entre as técnicas e para validar estas técnicas. Este estudo mostrou que apesar de todas as técnicas serem altamente correlacionadas com o método de referência, elas produziram resultados bastante diferentes entre si. O uso do r possui valor limitado neste contexto, uma vez que r mede a força de uma relação entre duas variáveis e não a concordância entre elas (BLAND & ALTMAN, 1986).

Os valores das diferenças médias entre a técnica de referência e as equações estudadas (viés) são relativamente pequenos, variando de 0,1 L a 1,4 L ou 0,1 % a 3,8% em meninos e de 0,5 L a 2,5 L ou 1,3 % a 4,1% em meninas para ACT ou %MG, respectivamente. Isto indica que as equações de antropometria e BIA estudadas podem ser utilizadas em substituição à hidrometria para a avaliação deste grupo populacional.

Entretanto, todas as equações testadas produziram amplos LC, o que demonstra a falta de validade individual na estimativa da ACT e principalmente do %MG em ambos os gêneros. Valores individuais de ACT podem ter sido sub ou superestimados em até 4 L para meninos quando a equação de LUKASKI *et al.*, (1998) foi utilizada e em até 3 L em meninas quando a equação de BOILEAU *et al.*, (1985) foi utilizada. O %MG pode ter sido sub ou superestimado em até 9 % para meninos e 7 % em meninas quando a equação de LUKASKI *et al.*, (1998) foi utilizada. A falta de validade individual de métodos mais simples de avaliação da composição corporal já foi relatada na literatura em meninos adolescentes saudáveis (PARKER *et al.*, 2003), em meninos adolescentes fisicamente ativos (DE LORENZO *et al.*, 1998) e em brasileiros do gênero masculino com idade entre 16 e 19 anos (WELLS *et al.*, 2003).

Ainda mais, a equação de LUKASKI *et al.*, (1998) apresentou correlação negativa e significativa entre a magnitude média do %MG e a diferença entre as técnicas em ambos os gêneros indicando que esta equação subestima o %MG naqueles indivíduos que apresentam maior %MG. A equação de SUN *et al.*, (2003) apresentou correlação positiva e significativa entre a magnitude média da ACT e a diferença entre as técnicas em meninas, superestimando a ACT nos indivíduos que apresentam maiores quantidades de ACT.

A partir dos valores de composição corporal obtidos através da hidrometria, uma nova equação preditiva do %MG por antropometria pôde ser desenvolvida especificamente para indivíduos deste grupo populacional. O  $R^2$  é a proporção da variância total na variável dependente que é explicada pelas variáveis independentes da equação. O valor de  $R^2$ , quanto mais próximo de 1, demonstra que a equação melhor representa os dados de origem. O maior valor de  $R^2$  e o menor SE foi encontrado no modelo completo com todas as variáveis antropométricas, de idade e maturação pesquisadas. Entretanto, quando se desenvolve uma equação preditiva, deve-se levar em conta a praticidade e a simplicidade para se mensurar as variáveis requisitadas. As dobras cutâneas do tríceps e o IMC para ambos os gêneros e a variável maturação para o gênero feminino apresentaram um alto  $R^2$  e um pequeno SE. As demais variáveis não alteraram de maneira significativa a precisão da equação final.

O desenvolvimento desta equação visa contribuir para minimizar os erros advindos de equações desenvolvidas em diferentes grupos populacionais e é vantajosa no sentido de a antropometria ser uma técnica barata e bastante acessível em estudos epidemiológicos. Entretanto, esta equação deverá ser validada em um estudo futuro.

É interessante notar que os adolescentes brasileiros do DF fisicamente ativos contemporâneos, apesar de não apresentarem uma alta prevalência de sobrepeso e obesidade, apresentam uma maior proporção de gordura e uma menor proporção de MM do que o adolescente referência (HASCHKE, 1989). Quando comparados à outras populações caucasianas (PARKER *et al.*, 2003; VAN DER SLUIS *et al.*, 2002; TAYLOR *et al.*, 2002), uma tendência em direção à maior peso, altura e gordura corporais também foi apontada, sendo mais forte em meninos do que em meninas. Diferenças étnicas podem explicar as

diferenças nas proporções dos componentes corporais que por sua vez afetam as relações entre antropometria, ACT, constantes de hidratação e cálculos da MG explicando ao menos parcialmente, a falta de validade das equações preditivas estudadas em indivíduos desta população, e confirmando assim a segunda hipótese apresentada neste estudo.

Vale notar também as diferenças na validade das equações entre os gêneros. Todas as equações estudadas apresentaram um maior viés nas meninas que nos meninos, com exceção à equação de KUSHNER & SCHOELLER (1986). As mudanças na composição corporal que ocorrem durante a maturação incluem alterações nas proporções relativas de água, músculo, gordura e ossos, resultam nas diferenças típicas de composição corporal entre homens e mulheres (ROGOL *et al.*, 2000) e dificultam a precisão na mensuração da composição corporal de adolescentes, especialmente em meninas.

A hidrometria é uma técnica de referência com validade comprovada para se mensurar a ACT em grupos e indivíduos (WELLS *et al.*, 1999), entretanto esta técnica pode apresentar propensões a erros na estimativa da MM e MG em adolescentes por causa da necessidade de se assumir um valor constante de hidratação para que se possa calcular a MM (VAN LOAN, 1990). Todos os métodos estudados são baseados em um modelo de composição corporal adulto, e assumem que os compartimentos de MG e MM possuem densidades, quantidades de água, de potássio e de proteína diferentes entre si, mas relativamente constantes (DURNING & WOMERSLEY, 1974; VAN LOAN, 1990). Sabe-se que o uso destas constantes não é apropriado para populações em fase de crescimento (BOILEAU *et al.*, 1985; DE LORENZO *et al.*, 1998), mas não existem estudos que analisem diretamente a composição corporal em carcaças adolescentes para fornecer valores mais adequados. Portanto, ao compararmos os valores de %MG entre os métodos,

não é apropriado atribuir todas as diferenças encontradas à apenas as técnicas mais simples (DE LORENZO *et al.*, 1998; WELLS *et al.*, 1999). Na tentativa de minimizar estes erros, os valores de hidratação da MM foram ajustados para a idade e o gênero (HASCHKE, 1989), entretanto sua variabilidade intraindividual permanece desconhecida (WELLS *et al.*, 1999).

Esta pesquisa explicita e avalia criticamente a natureza bastante complexa do estudo da composição corporal em adolescentes, e enfatiza a necessidade de mais estudos utilizando o modelo de quatro compartimentos para avaliar a variabilidade intraindividual da composição corporal e para validar as constantes de densidade e os modelos de referência utilizados em adolescentes.

## **CAPÍTULO 5: CONCLUSÃO**

Este estudo mostrou que um aumento no NAF está associado à um aumento no IMC e IMM em meninos e a um decréscimo no IMC e IMG nas meninas de maneira independente da idade e maturação. A prática regular da AF, principalmente quando realizada por uma hora ou mais ao dia, além de produzir efeitos benéficos na composição corporal dos adolescentes, possui ainda um efeito de proteção contra possíveis mudanças na composição corporal advindas dos altos níveis de atividades sedentárias observados nesta e em outras populações contemporâneas.

Resultados inéditos sobre a composição corporal de adolescentes brasileiros do DF fisicamente ativos medida através de uma técnica de referência, a hidrometria, foram apresentados. Estes resultados, quando comparados com o adolescente referência ou mesmo com outras populações, mostram que o adolescente brasileiro contemporâneo tende a apresentar maior proporção de gordura e uma menor proporção de ACT em sua composição corporal.

As diferenças na composição corporal em indivíduos de diferentes populações explicam, ao menos em parte, a falta de validade individual das equações estudadas quando utilizadas para estimar a ACT e a MG. Uma nova equação preditiva da composição corporal por antropometria foi apresentada para indivíduos desta população com o objetivo de minimizar os erros verificados.

## **PERSPECTIVAS FUTURAS**

O projeto intitulado: “Promoção do estilo de vida saudável em crianças e adolescentes em idade escolar no Distrito Federal” com início previsto para o primeiro semestre de 2006 possibilitará, entre outros objetivos, a validação por DEXA da equação preditiva da composição corporal apresentada para este grupo populacional. Este projeto foi aprovado e será financiado pelo MCT/ CNPq/ MS (Edital 51/2005). Neste estudo a interação entre AF, atividades sedentárias, alimentação e composição corporal também serão explorados de maneira mais abrangente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abbott RA & Davies PSW. Habitual physical activity and physical activity intensity: their relation to body composition in 5.0-10.5-y-old children. *Eur J Clin Nutr*, 2004. 58: 285-91.
2. Anderson RE, Crespo CJ, Bartlett SJ, Cheskin LJ, Pratt M. Relationship of physical activity and television watching with body weight and level of fatness among children: results from the Third National health and Nutrition Examination Survey. *JAMA*, 1998. 279: 938-42.
3. Associação Nacional de Empresas de Pesquisa (ANEP). *Critério de Classificação Econômica Brasil*. Rio de Janeiro, ANEP, 2000.
4. Ball EJ, O'Connor J, Abbott R, Steinbeck KS, Davies PSW, Wishart C, Gaskin KJ, Baur LA. Total energy expenditure, body fatness, and physical activity in children aged 6-9y. *Am J Clin Nutr*, 2001. 74: 524-8.
5. Bland JM & Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1986. 1:307-10.
6. Berkey CS, Rockett HRH, Gillman MW, Colditz GA. One-year changes in activity and in inactivity among 10- to 15-year-old boys and girls: relationship to change in body mass index. *Pediatrics*, 2003. 111(4):836-43.
7. Boileau RA, Lohman TG, Slaughter MH. Exercise and body composition of children and youth. *Scand. J. Sports Sci*, 1985. 7:17-27.
8. Bouchard C, Malina RM, Pérusse L. *Genetics of the fitness and physical performance*. 1997. Kinetics, Human; Champaign, IL. 408p.

9. Buffa R, Floris G, Marini E. Bioelectrical impedance vector in pre- and postmenarcheal females. *Nutrition*, 2002. 18(6):474-8.
10. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Br J Nutr*, 2000. 320:1240-3.
11. De Lorenzo A, Bertini I, Candeloro N, Iacopino L, Andreoli A, Van Loan MD. Comparison of different techniques to measure body composition in moderately active adolescents. *Br J Sports Med*, 1998. 32:215-9.
12. De Onis M & Blossner M. Prevalence and trends of overweight among preschool children in developing countries. *Am J Clin Nutr*, 2000. 72:1032-9.
13. Dennison BA, Erb TA, Jenkins PL. Television viewing and television in bedroom associated with overweight risk among low-income preschool children. *Pediatrics*, 2002. 109(6):1028-35.
14. Deurenberg P & Deurenberg-Yap M. Validity of body composition methods across ethnic population groups. *Acta Diabetol*, 2003. 40:S246-S9.
15. Deurenberg P, Weststrate JA, Hautvast JG, van der Kooy K. Is the bioelectrical-impedance method valid? *Am J Clin Nutr*, 1991. 53(1):179-81.
16. Deurenberg P, Pieters JJJ, Hautvast JG. The assessment of the fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and young adolescence. *Br J Nutr*, 1990. 63:293-303.
17. Diaz EO, Villar J, Immink M, Gonzales T. Bioimpedance or anthropometry? *Eur J Clin Nutr*, 1989. 43(2):129-37.
18. Dowda M, Ainsworth BE, Addy CL, Saunders R, Riner W. Environmental influences,

- physical activity, and weight status in 8- to 16-year-olds. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 2001. 155:711-17.
19. Duarte MFS. Maturação física: Uma revisão da literatura, com especial atenção à criança brasileira. *Cad Saúde Públ*, 1993. 9(Supl 1):71-84.
  20. Durnin JVGA & Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*, 1974. 32:77-97.
  21. Durnin JVGA & Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in the human body from measurement of skinfold thickness. *Br J Nutr*, 1967. 21(3):681-9.
  22. Eckhardt CL, Adair LS, Caballero B, Avila J, Kon IY, Wang JZ, Popkin BM. Estimating body fat from anthropometry and isotopic dilution: A four-country comparison. *Obes Res*, 2003. 11:1553-62.
  23. Eisenmann JC, Bartee RT, Wang MQ. Physical activity, TV viewing, and weight in U.S. youth: 1999 Youth Risk Behavior Survey. *Obes Res*, 2002. 10(5):379-85.
  24. Ekelund U, Neovius M, Linné Y, Brage S, Wareham N, Rossner S. Associations between physical activity and fat mass in adolescents: the Stockholm Weight Development Study. *Am J Clin Nutr*, 2005. 81:355-60.
  25. Ekelund U, Yngve A, Brage S, Westerterp KR, Sjostrom M. Body movement and physical activity energy expenditure in children and adolescents: how to adjust for differences in body size and age. *Am J Clin Nutr*, 2004. 79:851-6.
  26. Elberg J, McDuffie JR, Sebring NG, Salaita C, Keil M, Robotham D, Reynolds JC, Yanovski JA. Comparison of methods to assess change in children's body composition. *Am J Clin Nutr*, 2004. 80:64-9.

27. Ellis KJ & Wong WW. Human hydrometry: comparison of multifrequency bioelectrical impedance with (H<sub>2</sub>O)-H-2 and bromine dilution. *J Appl Physiol*, 1998. 85(3):1056-62.
28. FAO/ WHO/ UNU. *Human energy requirements: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation*. Rome: FAO Food and Nutrition Technical Report Series 1, 2001. 107p.
29. FAO/ WHO/ UNU Expert Consultation: *Energy and protein requirements*. WHO technical report series 724. Geneva: World Health Organization, 1985. 206p.
30. Fields DA, Goran MI, McCrory MA. Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. *Am J Clin Nutr*, 2002. 75:453-67.
31. Fontvieille AM, Herper IT, Spraul M, Ravussin E. Daily energy expenditure by five-year-old children, measured by doubly labeled water. *J Pediatr*, 1993. 123: 200-7.
32. Galler JR, Ramsey F, Solimano G. A follow-up study of the effects of early malnutrition on subsequent development. I. Physical growth and sexual maturation during adolescence. *Pediatric Research*, 1985.19:518-23.
33. Goran MI, Reynolds KD, Lindquist CH. Role of physical activity in the prevention of obesity in children. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1999. 23:S18-33.
34. Guedes DP. *Comparação somatotipológica entre escolares de diferentes níveis de maturação sexual*. In: II Congresso Brasileiro de Ciências do Esporte, 1981, Londrina - PR. Anais do II Congresso Brasileiro de Ciências do Esporte, 1981. p18.
35. Guo SS, Chumlea WC, Heymsfield S, Lukaski H, Schoeller D, Friedl K, Kuczmarski J, Flegel K. Bioelectrical impedance (BIA) prediction equations for nationally

- representative NHANES III BIA data. *Faseb J*, 2000. 14(4):A39-A39.
36. Gutin B, Barbeau P, Owens S, Lemmon CR, Bauman M, Allison J, Kang H, Litaker MS. Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. *Am J Clin Nutr*, 2002. 75:818-26.
37. Haschke F. Body composition during adolescence. In 98th Ross Conference on Pediatric Research, *Body composition in infants and children*. Columbus, Ohio 1989. 76-83.
38. Hoffman DJ, Sawaya AL, Coward WA, Wright A, Martins PA, de Nascimento C, Tucker KL, Roberts SB. Energy expenditure of stunted and nonstunted boys and girls living in the shantytowns of Sao Paulo, Brazil. *Am J Clin Nutr*, 2000. 72:1025-31.
39. Hoos MB, Gerver WJM, Kester AD, Westerterp KR. Physical activity levels in children and adolescents. *Int J Obes*, 2003. 27: 605-9.
40. Houtkooper LB, Going SB, Lohman TG, Roche AF, Van Loan M. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. *J Appl Physiol*, 1992. 72(1):366-73.
41. Huang TTK, Watkins MP, Goran MI. Predicting total body fat from anthropometry in Latino children. *Obes Res*, 2003. 11(10):1192-9.
42. INAN (Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição). *Perfil de Crescimento da População Brasileira de 0 a 25 anos. Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição*. MS, Brasília, 1990.
43. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc*, 1980. 12:175-81.

44. Kann L, Kinchen SA, Williams BL. Youth Risk Behavior Surveillance - United States, 1997. *Morb Mortal Wkly Rep CDC Surveill Summ*, 1998. 47:1-89.
45. Katch FI & McArdle WD. Prediction of body density from simple anthropometric measurements in college-age men and women. *Hum Biol*, 1973. 45:445-55.
46. Kozinetz CA. Self-assessed female maturation stages. A research tool. *Hum Biol*, 1988. 60:293-303.
47. Kuczmarski J. Bioelectrical impedance analysis measurement as part of a national nutrition survey. *Am J Clin Nutr*, 1996. 64(Suppl):453S-8S.
48. Kushner RF & Schoeller DA. Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr*, 1986. 44:417-24.
49. LaForgia J & Withers RT. Measurement of total body water using H-2 dilution: impact of different calculations for determining body fat. *Br J Nutr*, 2002. 88(3):325-9.
50. Livingstone MBE, Robson PJ, Wallace JMW, McKinley MC. How active are we? Levels of routine physical activity in children and adults. *Proc Nut Soc*, 2003. 62:681-701.
51. Lohman TG, Roche AF, Martorell R (Eds). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 1988:177p.
52. Lopez VW, Guilhemot M, Spyckerelle V, Mulot B, Deschamps JP. Auto-estimation des estades de maturation pubertaire chez lez adolescentes de sexe masculin. *Pédiatrie*, 1988. 43:245-9.
53. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr*, 1985. 41:810-7.

54. Lukaski HC & Johnson PE. A simple, inexpensive method of determining total body water using a tracer dose of D<sub>2</sub>O and infrared absorption of biological fluids. *Am J Clin Nutr*, 1985. 41:363-70.
55. Malina RM & Katzmarzyk PT. Validity of the body mass index as an indicator of the risk and presence of overweight in adolescents. *Am J Clin Nutr*, 1999. 70:131S-6S.
56. Matsudo SMM & Matsudo VKR. Validade da auto-avaliação na determinação da maturação sexual. *Rev Brasileira de Ciência e Movimento*, 1991. 5:18-35.
57. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise physiology, energy, nutrition, and human performance*. Baltimore: Williams & Wikins, 1996. 850p.
58. Mei Z, Grummer-Strawn LM, Pietrobelli A, Goulding A, Goran MI, Dietz WH. Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *Am J Clin Nutr*, 2002. 75:978-85.
59. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturation from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc*, 2002. 34:689-94.
60. Molnár D & Livingstone MBE. PA in relation to overweight and obesity in children and adolescents. *Eur J Pediatr*, 2000. 159:S45-55.
61. Nogueira JAD. *Avaliação nutricional de atletas de triatlo do Distrito Federal*. in Universidade de Brasília, Faculdade de Ciências da Saúde, 2001. Brasília, Brasil.126p.
62. Parker L, Reilly JJ, Slater C, Wells JCK, Pitsiladis Y. Validity of six field and laboratory methods for measurement of body composition in boys. *Obes Res*, 2003. 11:852-8.

63. Pereira MG. *Epidemiologia teoria e prática*. Editora Guanabara Koogan S.A., 1995. 583p.
64. Phillips SM, Bandini LG, Compton DV, Naumova EN, Must A. A longitudinal comparison of body composition by total body water and bioelectrical impedance in adolescent girls. *J Nutr*, 2003. 133:1419-25.
65. Racette SB, Schoeller DA, Luke AH, Shay K, Hnilicka J, Kushner RF. Relative dilution spaces of  $^2\text{H}$  and  $^{18}\text{O}$  labeled water in humans. *Am J Physiol*, 1994. 267:E585-90.
66. Rennie KL, Livingstone MB, Wells JC, McGloin A, Coward WA, Prentice AM, Jebb SA. Association of physical activity with body-composition indexes in children aged 6-8 y at varied risk of obesity. *Am J Clin Nutr*, 2005. 82(1):13-20.
67. Roemmich JN, Clark PA, Weltman A, Rogol AD. Alterations in growth and body composition during puberty. 1. Comparing multicompartiment body composition models. *J Appl Physiol*, 1997. 83:927-35.
68. Rogol AD, Clark PA, Roemmich JN. Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. *Am J Clin Nutr*, 2000. 72:521S-8S.
69. Rowlands AV, Ingledew DK, Eston RG. The effect of type of physical activity measure on the relationship between body fatness and habitual physical activity in children: a meta analysis. *Ann Hum Biol*, 2000. 27: 479-97.
70. Sallis JF & Saelens BE. Assessment of physical activity by self-report: status, limitations, and future directions. *Res Q Exerc Sport*, 2000. 71:S1-14.
71. Saito MI. Maturação sexual: auto-avaliação do adolescente. *Pediatria*, 1984. 6:111-5.
72. Sallis JF & Saelens BE. Assessment of physical activity by self-report: status, limitations, and future directions. *Res Q Exerc Sport*, 2000. 71:S1-14.

73. Schoeller DA, van Santen E, Peterson DW, Dietz WH, Jaspan J, Klein PD. Total body water measurement in humans with  $^{18}\text{O}$  and  $^2\text{H}$  labeled water. *Am J Clin Nutr*, 1980. 33:2686-93.
74. Segal KR, Van Loan MD, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr*, 1988. 47:7-14.
75. Siri WE. The gross composition of the body. *Adv Biol Med Phys*, 1956. 4:239-80.
76. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*, 1988. 60:709-23.
77. Sun SS, Chumlea WC, Heymsfield SB, Lukaski HC, Schoeller D, Friedl K, Kuczmarski RJ, Flegal KM, Johnson CL, Hubbard VS. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. *Am J Clin Nutr*, 2003. 77:331-40.
78. Tanner JM. Fetus into man: physical growth from conception to maturity. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1989. 280p.
79. Tanner JM. *Growth at adolescence*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1962. 325p.
80. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Body fat percentages measured by dual-energy X-ray absorptiometry corresponding to recently recommended body mass index cutoffs for overweight and obesity in children and adolescents aged 3-18 y. *Am J Clin Nutr*, 2002. 76:1416-21.
81. van der Kooy K, Leenen R, Deurenberg P, Seidell JC, Westterterp KR, Hautvast JG.

- Changes in fat-free mass in obese subjects after weight loss: a comparison of body composition measures. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1992. 16(9):675-83.
82. van der Sluis IM, de Ridder MAJ, Boot AM, Krenning EP, de Muinck Keizer-Schrama SMPF. Reference data for bone density and body composition measured with dual energy x ray absorptiometry in white children and young adults. *Arch Dis Child*, 2002. 87:341-7.
83. van Loan MD. Assessment of fat-free mass in teen-agers: use of TOBEC methodology. *Am J Clin Nutr*, 1990. 52:586-90.
84. Wang Y, Monteiro C, Popkin BM. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. *Am J Clin Nutr*, 2002. 75(6):971-7.
85. Watts K, Beye P, Siafarikas A, Davis EA, Jones TW, O'Driscoll G, Green DJ. Exercise training normalizes vascular dysfunction and improves central adiposity in obese adolescents. *J Am Coll Cardiology*, 2004. 43(10):1823-7.
86. Wells JCK, Coward WA, Cole TJ, Davies PSW. The contribution of fat and fat-free tissue to body mass index in contemporary children and the reference child. *Int J Obes*, 2002. 26:1323-8.
87. Wells JCK, Fuller NJ, Dewit O, Fewtrell MS, Elia M, Cole TJ. Four-component model of body composition in children: density and hydration of fat-free mass and comparison with simpler models. *Am J Clin Nutr*, 1999. 69:904-12.
88. Wells JCK, Gigante D, Wright A, Hallal PC, Victoria CG. Validation of leg-to-leg impedance for body composition assessment in male Brazilians aged 16-19 years. *Int J Body Comp Res*, 2003. 1(2):63-7.

89. Wilmore JH. Body composition in sport and exercise: directions for future research.  
*Med Sci Sports Exerc*, 1983. 15:21-31.
90. WHO (World Health Organization). *The world health report 1995 - bridging the gaps*.  
W.H.O. Editor, 1995. Geneva. 118p.
91. WHO (World Health Organization) *Obesity: preventing and managing the global epidemic - report of a WHO consultation on obesity*. W.H.O. Editor, 1998. Geneva. 253p.

**Anexo 1-** Coeficiente de atividade física (CAF) para diversas atividades em diferentes intensidades (FAO, WHO, UNU, 2001).

Atividades	Leve		Moderada		Intensa	
	Menino	Menina	Menino	Menina	Menino	Menina
Natação	8,5	8,5	9,0	9,0	9,4	9,4
Futebol de campo e de salão	7,5	-	8,0	-	8,5	-
Atletismo	6,8	6,9	7,3	7,4	8,8	8,9
Basquetebol e Handebol	6,5	7,2	7,0	7,7	7,5	8,2
Ginástica	-	5,8	-	6,3	-	6,8
Voleibol	5,6	5,6	6,1	6,1	6,6	6,6
Tênis	5,3	5,4	5,8	5,9	6,3	6,4
Judô	5,0	5,0	5,5	5,5	6,0	6,0
Outras Atividades Físicas	-	-	5,4	5,4	-	-
TV, videogame e computador	-	-	1,4	1,4	-	-
Horas restantes	-	-	1,5	1,5	-	-
Escola e estudo	-	-	1,4	1,4	-	-



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**Faculdade de Ciências da Saúde**  
**Departamento de Nutrição**

Campus Universitário Darcy Ribeiro – Asa Norte – Brasília-DF CEP:70910-900

Fone: (61) 307-2510/ 307-2193 Fax: (61) 273-3676 e-mail: nut@unb.br

---

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participação na **1ª fase** da pesquisa

ATLETA: \_\_\_\_\_

A Universidade de Brasília pede minha participação na pesquisa "Avaliação do consumo energético e de nutrientes obtidos através de inquérito alimentar e dispêndio energético medido com água duplamente marcada em atletas adolescentes do Distrito Federal, uma pesquisa de validação". Fui informado que o objetivo da pesquisa é obter dados de minha alimentação e medir meu peso, altura e dobras da pele. Minha participação consiste em responder a um questionário com dados pessoais, a um questionário alimentar, e participar da medição de peso, altura e dobras da pele. Poderei ser incluído em um outro grupo desta mesma pesquisa para medir o gasto de energia através de procedimentos feitos em laboratório. Caso seja sorteado para esta etapa serei informado dos detalhes e terei liberdade para aceitar, ou não, participar desta fase. Entendo que as informações por mim fornecidas terão garantia de sigilo por parte dos pesquisadores, que utilizarão números para cada atleta. Declaro estar ciente dos objetivos da pesquisa, que minha participação é voluntária e que minha saída do estudo está garantida em qualquer etapa sem nenhum prejuízo para mim.

**Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2003.**

\_\_\_\_\_  
**Assinatura do participante**

Pesquisadores responsáveis:

Profª. Drª. Teresa H. M. da Costa  
CRN1:231 – Fone: 307-2193

Profª. Ms. Júlia D. Nogueira  
CREF: 642G/ DF– Fone: 9970-1429

**Prof. Eliene F. de Sousa**  
CRN1:1632 - Fone: 9619-7373



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**Faculdade de Ciências da Saúde**  
**Departamento de Nutrição**

Campus Universitário Darcy Ribeiro – Asa Norte – Brasília-DF CEP:70910-900  
Fone: (61) 307-2510/ 307-2193 Fax: (61) 273-3676 e-mail: nut@unb.br

---

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participação na **2ª fase** da pesquisa

ATLETA: \_\_\_\_\_

Como é de seu conhecimento a Universidade de Brasília – Departamento de Nutrição está desenvolvendo a pesquisa "Avaliação do consumo energético e de nutrientes obtidos através de inquérito alimentar e dispêndio energético medido com água marcada em atletas adolescentes do Distrito Federal, uma pesquisa de validação". Esta pesquisa tem o objetivo de traçar um perfil antropométrico e nutricional dos atletas adolescentes do DF. O objetivo da 2ª fase da pesquisa é medir a composição do meu corpo através do método da água marcada. A água marcada é exatamente igual à água que tomamos em casa com a diferença de ser preparada no laboratório. O laboratório coloca uma marca imperceptível na água para poder diferenciá-la do resto da água que tomamos e assim poder segui-la desde o seu consumo até seu uso pelo corpo. O método é seguro e não causa nenhum mal. Minha participação consiste em tomar a dose da água marcada e coletar a saliva em frascos por um período de quatro horas e meia. Estes frascos serão enviados para análises no exterior (Cambridge – Inglaterra). Entendo que as informações por mim fornecidas terão garantia de sigilo por parte dos pesquisadores, que utilizarão números para cada atleta. Declaro estar ciente dos objetivos da pesquisa, que minha participação é voluntária e que minha saída do estudo está garantida em qualquer etapa sem nenhum prejuízo para mim.

**Brasília, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2004.** \_\_\_\_\_

**Assinatura do participante**

Pesquisadores responsáveis:

Profª. Drª. Teresa H. M. da Costa

CRN1:231 – Fone: 307-2193

Profª. Ms. Júlia D. Nogueira

CREF: 642G/ DF– Fone: 9970-1429

Prof. Eliene F. de Sousa

CRN1:1632 - Fone: 9619-7373



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**Faculdade de Ciências da Saúde**  
*Departamento de Nutrição*

Campus Universitário Darcy Ribeiro – Asa Norte – Brasília-DF CEP:70910-900

Fone: (61) 307-2510/ 307-2193 Fax: (61) 273-3676 e-mail: nut@unb.br

---

Senhores pais e/ou responsáveis,

A Universidade de Brasília – Departamento de Nutrição está desenvolvendo a pesquisa "Avaliação do consumo energético e de nutrientes obtidos através de inquérito alimentar e dispêndio energético medido com água duplamente marcada em atletas adolescentes do Distrito Federal, uma pesquisa de validação". Esta pesquisa tem o objetivo de traçar um perfil antropométrico e nutricional dos atletas adolescentes do DF. A participação dos atletas consiste em responder a um questionário com dados pessoais, a um questionário alimentar (avaliação nutricional) e participar da medição de peso, altura e dobras da pele (antropometria). O atleta poderá ser incluído em um outro grupo desta mesma pesquisa para medir o gasto de energia através de procedimentos feitos em laboratório. Caso seja sorteado para esta etapa o atleta e seus responsáveis serão informados dos detalhes e terão liberdade para aceitar, ou não, participar desta fase da pesquisa. As informações fornecidas pelos atletas terão garantia de sigilo por parte dos pesquisadores, que utilizarão números codificados para cada atleta. A participação do atleta é voluntária e sua saída do estudo está garantida em qualquer etapa sem nenhum prejuízo para ele. Esta pesquisa é coordenada pela Professora Doutora Teresa Helena Macedo da Costa, graduada em Educação Física e Nutrição e professora do curso de Nutrição da Universidade de Brasília, que se coloca à disposição dos pais ou responsáveis para esclarecimentos adicionais. Para que o atleta seja avaliado e incluído na pesquisa necessitamos de sua autorização, através da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido para participação de seu filho/ nesta pesquisa.

**Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2003.**

\_\_\_\_\_

**Assinatura do pai ou responsável**

Pesquisadores responsáveis:

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Teresa H. M. da Costa

CRN1:231 – Fone: 307-2193

Prof<sup>ª</sup>. Ms. Júlia D. Nogueira

CREF: 642G/ DF– Fone: 9970-1429

Prof. Eliene F. de Sousa

CRN1:1632 - Fone: 9619-7373



## UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Faculdade de Ciências da Saúde

*Departamento de Nutrição*

Campus Universitário Darcy Ribeiro – Asa Norte – Brasília-DF CEP:70910-900

Fone: (61) 307-2510/ 307-2193 Fax: (61) 273-3676 e-mail: nut@unb.br

---

Senhores pais e/ou responsáveis,

Como é do seu conhecimento a Universidade de Brasília – Departamento de Nutrição está desenvolvendo a pesquisa "Avaliação do consumo energético e de nutrientes obtidos através de inquérito alimentar e dispêndio energético medido com água marcada em atletas adolescentes do Distrito Federal, uma pesquisa de validação". Seu filho já participou da 1ª etapa da pesquisa e foi sorteado para participar desta 2ª fase. O objetivo da 2ª fase da pesquisa é medir a composição corporal do atleta através do método da água marcada. A água marcada é exatamente igual à água mineral (H<sub>2</sub>O) com a diferença de ser manuseada em laboratório. O laboratório marca os átomos de hidrogênio(H) para poder diferenciá-la do resto da água que é tomada e assim poder segui-la desde o seu consumo até sua metabolização. O método é seguro, não invasivo e não causa nenhum mal. A participação do atleta consiste em tomar a dose da água marcada e coletar a saliva em frascos por um período de quatro horas e meia. Estes frascos serão enviados para análises no exterior (Cambridge – Inglaterra). As informações fornecidas pelos atletas terão garantia de sigilo por parte dos pesquisadores, que utilizarão números codificados para cada atleta. A participação do atleta é voluntária e sua saída do estudo está garantida em qualquer etapa sem nenhum prejuízo para ele.

Esta pesquisa é coordenada pela Professora Doutora Teresa Helena Macedo da Costa, graduada em Educação Física e Nutrição e professora do curso de Nutrição da Universidade de Brasília, que se coloca à disposição dos pais ou responsáveis para esclarecimentos adicionais. Para que o atleta seja avaliado e incluído na pesquisa necessitamos de sua autorização, através da assinatura deste termo de consentimento.

**Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2004.**

**Assinatura do responsável**

Pesquisadores responsáveis:

Profª. Drª. Teresa H. M. da Costa

CRN1:231 – Fone: 307-2193

Profª. Ms. Júlia D. Nogueira

CREF: 642G/ DF– Fone: 9970-1429

Prof. Eliene F. de Sousa

CRN1:1632 - Fone: 9619-7373

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ANTROPOMÉTRICA DE ATLETAS**

**QUESTIONÁRIO SÓCIO-DEMOGRÁFICO**

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

1.Nome: \_\_\_\_\_

2.End.: \_\_\_\_\_

3.Bairro: \_\_\_\_\_ 4.Cidade: \_\_\_\_\_ 5.UF: \_\_\_\_\_ 6.CEP: \_\_\_\_\_

7.Tel. res.: \_\_\_\_\_ 8.Tel. cont.: \_\_\_\_\_

9.Sexo:  Fem.  Masc. 10.Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

11.Peso referido: \_\_\_\_\_ kg 12.Altura referida: \_\_\_\_\_ cm

13.Menarca/ Presença de pêlos axilares:  Não  Sim

14.Grau de escolaridade: 1º grau ( 1 2 3 4 5 6 7 8 ) 2º grau ( 1 2 3 )

15.Escola: \_\_\_\_\_ 16. Horário: Início: \_\_\_\_\_ Fim: \_\_\_\_\_

17.Quantidade de Eletrodomésticos:

ITENS	NÃO TEM	TEM					
		1	2	3	4	5	6 ou +
Televisão em cores	0	4	7	11	14	18	22
Rádio (c/ aparelho de som)	0	2	3	5	6	8	9
Banheiro c/ chuveiro	0	2	5	7	10	12	15
Automóvel	0	4	9	13	18	22	26
Empregada mensalista	0	5	11	16	21	26	32
Aspirador de pó	0	6	6	6	6	6	6
Máquina de lavar	0	8	8	8	8	8	8
Videocassete /DVD	0	10	10	10	10	10	10
Geladeira	0	7	7	7	7	7	7

18.Qual o grau de instrução do chefe da família?

- Analfabeto/Ensino básico incompleto  0  
 Ensino básico completo / fundamental incompleto  5  
 Ensino fundamental completo/ médio incompleto  10  
 Ensino médio completo/ superior incompleto  15  
 Ensino superior completo / Pós-graduação  21

**QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADES**

19. Local de treinamento: \_\_\_\_\_

20. Modalidade: \_\_\_\_\_

21. Experiência como atleta: \_\_\_\_\_ anos \_\_\_\_\_ meses

22. Média de treinam. diário: \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

23. Média de dias treinados na semana: \_\_\_\_\_ dias

24. Intensidade do treinamento:  intenso  moderado  leve25. Realiza alguma outra atividade esportiva?  não  sim Qual: \_\_\_\_\_

26. Carga horária: \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

27. Quantos dias na semana: \_\_\_\_\_ dias

28. Tempo de sono: \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

29. Tempo de estudo em casa ou biblioteca: \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

30. Tempo de televisão (de 2ª a 6ª): \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ minutos 31. Quantos dias na semana: \_\_\_\_\_ dias

32. Tempo de televisão/fim de semana: \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

33. Tempo de videogame/computador (de 2ª a 6ª): \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ min 34. Quantos dias na semana: \_\_\_\_\_ dias

35. Tempo de videogame/computador / fim de semana: \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

36. Já fez alguma consulta com nutricionista?  não  sim Quando: \_\_\_\_\_37. Usa suplementos alimentares?  não  sim

Nome				
Dose/quantidade				

38. Toma café?  não por quê? \_\_\_\_\_ sim Quantid.: \_\_\_\_\_ Freqü.: \_\_\_\_\_ Tipo:  solúvel  coado39. Faz alguma dieta?  não  sim Por quê? \_\_\_\_\_

40. Realizado por: \_\_\_\_\_

**QUESTIONÁRIO ANTROPOMÉTRICO**

41. Peso medido: \_\_\_\_\_ kg

42. Altura medida: \_\_\_\_\_ cm

43. Dobras cutâneas	M 1	M 2	M 3	---	44. Circunferência	M 1	M 2	M 3	---
Tríceps					Braço				
Subescapular									
% gordura =					Amb =				

45. Antropometrista: \_\_\_\_\_

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ANTROPOMÉTRICA DE ATLETAS 2ª FASE**

**QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADES**

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

1. Nome: \_\_\_\_\_

2. Menarca/ Presença de pêlos axilares:  Não  Sim

**MÊS ATUAL** \_\_\_\_\_

**MODALIDADE:** \_\_\_\_\_

3. Média treinam. diário: \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ m      4. Quantos dias na semana: \_\_\_\_\_ dias

5. Intensidade do treinamento:  intenso  moderado  leve

6. Realiza alguma outra atividade esportiva?  não  sim Qual: \_\_\_\_\_

7. Carga horária: \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ m

8. Quantos dias na semana: \_\_\_\_\_ dias

9. Tempo de sono: \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ m

10. Tempo de aula na Escola \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ m

11. Tempo de estudo em casa ou biblioteca: \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

12. Tempo de TV (de 2ª a 6ª): \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ minutos

13. Quantos dias na semana: \_\_\_\_\_ dias

14. Tempo de TV fim de semana (os 2 dias): \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

15. Tempo de videogam/comput (de 2ª a 6ª): \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ min

16. Quantos dias na semana: \_\_\_\_\_ dias

17. Tempo de videogam/comput fim de semana (os 2 dias): \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

**MÊS ANTERIOR** \_\_\_\_\_

18. Média treinam. diário: \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ m

19. Quantos dias na semana: \_\_\_\_\_ dias

20. Intensidade do treinamento:  intenso  moderado  leve

21. Realiza alguma outra atividade esportiva?  não  sim Qual: \_\_\_\_\_

22. Carga horária: \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ m

23. Quantos dias na semana: \_\_\_\_\_ dias

24. Tempo de sono: \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ m

25. Tempo de aula na Escola \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ m

26. Tempo de estudo em casa ou biblioteca: \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

27. Tempo de TV (de 2ª a 6ª): \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ minutos

28. Quantos dias na semana: \_\_\_\_\_ dias

29. Tempo de TV fim de semana (os 2 dias): \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

30. Tempo de videogam/comput. (de 2ª a 6ª): \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ min

31. Quantos dias na semana: \_\_\_\_\_ dias

32. Tempo de videogam/comput fim de semana (os 2 dias): \_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

33. Realizado por: \_\_\_\_\_



Atleta: \_\_\_\_\_

1. Hora de chegada no laboratório? \_\_\_\_:\_\_\_\_h

2. Esvaziar a bexiga

3.

	M1	M2	M3	Média
Peso Kg				

4. BIA. Resistência \_\_\_\_\_ Reactância \_\_\_\_\_

5. Saliva  $T_0$  (5 a 7 ml)

6. Preparação da dose de  $^2H_2O$  (50 mg x peso kg = \_\_\_\_\_ ml) + 50 ml suco

Hora \_\_\_\_:\_\_\_\_h

7. Enxágüe 1 (50ml suco) enxágüe 2 (50ml  $H_2O$  dest.) enxágüe 3 (50ml  $H_2O$  dest.)

8. Horário da última refeição? \_\_\_\_:\_\_\_\_h

9. Quando foi a última sessão de exercícios? \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

10. Data da última menstruação? \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

11. Altura, Circunferência do braço e Dobras cutâneas

	M1	M2	M3	Média
Altura				
Tríceps				
Subescapular				
Circunferência do braço				

12. Questionário de atividades / Recordatório de 24 horas

13. Hora \_\_\_\_:\_\_\_\_h Saliva  $T_1$  (5 a 7 ml) (3:30h)

14. Hora \_\_\_\_:\_\_\_\_h Saliva  $T_2$  (5 a 7 ml) (4:00h)

15. Hora \_\_\_\_:\_\_\_\_h Saliva  $T_3$  (5 a 7 ml) (4:30h)

16. Tomou o lanche

17. Realizado por: \_\_\_\_\_

Universidade de Brasília  
Pós-graduação em Ciências da Saúde  
Departamento de Nutrição

# **MANUAL DO ENTREVISTADOR**

## **PARA PESQUISA DE CAMPO**

**Aplicação dos questionários e dos inquéritos alimentares**

Pesquisadores responsáveis:

Teresa H. M. Da Costa

Júlia A. D. Nogueira

Eliene F. De Sousa

Título da pesquisa: “NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA E COMPOSIÇÃO CORPORAL ATRAVÉS DE HIDROMETRIA, BIOIMPEDÂNCIA E ANTROPOMETRIA EM ADOLESCENTES FISICAMENTE ATIVOS DO DISTRITO FEDERAL.”

Brasília – DF.

2003

## **APRESENTAÇÃO**

A pesquisa sobre nutrição esportiva é uma importante fonte de informações para avaliar o estado nutricional de atletas. Atletas adolescentes se encontram em uma situação bastante peculiar. A adolescência é um momento crítico para o crescimento e desenvolvimento biológico e para o estabelecimento dos padrões alimentares e da saúde que irão influenciar toda a vida do indivíduo (THOMPSON, 1998; HILL & DAVIES, 2001). Com o objetivo avaliar o estado nutricional e os hábitos alimentares de atletas adolescentes do Distrito Federal iremos ministrar aos atletas selecionados um questionário sócio-demográfico, de atividades e antropométrico, um recordatório de consumo alimentar de 24 horas e um diário alimentar de 24 horas.

Iremos trabalhar com grupos de atletas adolescentes, entre 11 e 14 anos, de dez modalidades esportivas (Coletivas: handebol, voleibol, basquetebol, futebol de salão e futebol; Individuais: ginástica olímpica, natação, judô, atletismo e tênis), em dois momentos distintos. Na primeira fase da pesquisa os questionários serão aplicados. Na segunda fase, aproximadamente 30% da amostra inicial será contactada para análises laboratoriais.

## **INFORMAÇÕES BÁSICAS AOS AVALIADORES**

A equipe de avaliadores será composta por alunos da graduação do curso de nutrição da Universidade de Brasília, selecionados a partir de seu desempenho no curso de extensão: “Aplicação de inquéritos alimentares”, por sua disponibilidade de horário para realização de pesquisa até dezembro (mínimo 20 horas mensais) e pelo histórico escolar.

Os avaliadores serão treinados para aplicação de um questionário sócio-demográfico e de atividades, de um recordatório de consumo alimentar de 24 horas e serão instruídos a como entregar o diário alimentar de 24 horas. O treinamento específico terá duração de 10 horas e será ministrado pelos responsáveis pela pesquisa no Laboratório de Bioquímica da Nutrição – Núcleo de Medicina Tropical, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília.

O trabalho de campo será realizado conforme cronograma estabelecido previamente e os avaliadores contarão com a presença dos supervisores durante suas atividades de coleta de dados.

Antes do processo de coleta de dados os avaliadores deverão adquirir seus materiais de pesquisa (Kit de medidas caseiras, prancheta, lápis, borracha, régua e guia fotográfico).

É de responsabilidade do avaliador zelar pela conservação dos materiais pessoais bem como dos questionários preenchidos. A devolução dos questionários e inquéritos conferidos ao Laboratório é obrigatória ao encerramento dos trabalhos diariamente.

O recebimento do certificado de participação no curso de extensão com carga horária de 170 horas só será efetivado para o participante que cumprir suas atribuições na pesquisa.

## **PROCEDIMENTOS NA PESQUISA DE CAMPO – INSTRUÇÕES GERAIS:**

### **COMO ESCOLHER A AMOSTRA?**

A população a ser estudada consiste dos atletas federados das modalidades: Coletivas: handebol, voleibol, basquetebol, futebol de salão e futebol; Individuais: ginástica olímpica, natação, atletismo, judô e tênis, com idade entre 11 e 14 anos e residentes no Distrito Federal (DF).

A seleção da amostra será realizada previamente às entrevistas através de sorteio aleatório de 120 atletas de modalidades individuais e de 180 atletas de modalidades coletivas contidos na lista de inscritos fornecida pela respectiva federação.

O número amostral de cada modalidade, divididos por sexo é:

Handebol (Feminino n = 30, Masculino n = 20)

Voleibol (Feminino n = 10, Masculino n = 20)

Basquetebol (Feminino n = 10, Masculino n = 20)

Futebol de salão (Feminino n = 0, Masculino n = 20)

Futebol (Feminino n = 0, Masculino n = 50)

Ginástica olímpica (Feminino n = 15, Masculino n = 0)

Natação (Feminino n = 12, Masculino n = 12)

Judô (Feminino n = 11, Masculino n = 13)

Atletismo (Feminino n = 10, Masculino n = 10)

Tênis (Feminino n = 12, Masculino n = 25)

### **COMO ABORDAR OS ATLETAS SELECIONADOS?**

Todas as visitas deverão ser realizadas em trajes de pesquisa (jaleco branco e crachá de identificação). Uma primeira visita será feita ao clube onde o atleta treina para contato com o técnico ou treinador. Nesta visita o técnico será informado dos propósitos do estudo e o atleta receberá o termo de consentimento livre e esclarecido para sua participação na pesquisa bem como o termo de consentimento para que seu responsável legal o autorize a participar da pesquisa. Em visita posterior os termos de consentimento deverão ser recolhidos. Se algum atleta ou responsável não concordarem em participar da pesquisa ou em assinar o termo de consentimento, este atleta não poderá ser entrevistado, sendo descartado. Confirme primeiramente o nome completo do atleta e em seguida se o mesmo preenche todas as condições de inclusão na pesquisa. Posteriormente o entrevistador faz uma breve explanação do propósito daquele trabalho, se coloca a disposição para sanar eventuais dúvidas e avisa ao atleta que ele poderá ser contactado posteriormente para dar prosseguimento à segunda etapa da pesquisa.

### **COMO PREENCHER O QUESTIONÁRIO DE CONTATO?**

O campo do N° do questionário **não** deve ser preenchido. A numeração será feita posteriormente por pessoa encarregada do agrupamento dos questionários.

Anotar a data da entrevista (dd/mm/aa).

Iniciar as perguntas pelo questionário sócio-demográfico.

**1ª questão:** Pergunte o nome completo do atleta.

**2ª, 3ª, 4ª e 5ª questões:** Anote o endereço residencial completo, incluindo bairro, cidade e UF. Em casos onde haja impossibilidade de se obter um endereço residencial, anotar um endereço onde seja possível localizá-lo.

**6ª questão:** Anote o CEP, caso o atleta não saiba o CEP de cor risque este espaço.

**7ª e 8ª questões:** Anote o telefone residencial e telefone de contato. O atleta deve fornecer ao menos um número onde possa ser localizado, uma vez que os próximos contatos com o mesmo serão por via telefônica. Atenção entrevistadores para confirmar se o número fornecido pertence à área do Distrito Federal (061).

**9ª questão:** Qual o sexo do atleta? Registrar com um **X** se feminino ou masculino.

**10ª questão:** Registre a data de nascimento do atleta. Atenção especial para não confundir o ano de nascimento com o ano atual.

**11ª questão:** Peso referido. O entrevistador deve perguntar: "Qual seu peso atual?" e anotar a resposta dada, em **kg**. Caso a pessoa diga que não sabe, insistir mais uma vez: "Você tem alguma idéia de quanto você pesa?". Se mesmo assim a resposta for negativa risque o espaço.

**12ª questão:** Altura referida. O entrevistador deve perguntar: "Qual sua altura?" e anotar a resposta dada, em **cm**. Caso a pessoa diga que não sabe, insistir mais uma vez: "Você tem alguma idéia de quanto você mede?". Se mesmo assim a resposta for negativa risque o espaço.

**13ª questão:** Presença de menarca (feminino) ou de pelos axilares (masculino). O entrevistador deve perguntar: "Você já teve sua primeira menstruação?" (feminino) ou "Você possui pelos nas axilas?" (masculino) e anotar com um **X** a resposta dada. Atenção especial deve ser dada ao fazer esta pergunta para que o entrevistado não fique constrangido (especialmente as meninas adolescentes). Evite fazê-la na frente de outras pessoas ou em tom de voz muito alto.

**14ª questão:** Questionar "Você terminou qual série? " Marcar com um **círculo** ao redor da série **completada** com aprovação.

**15ª questão :** O entrevistador deve questionar em qual escola o atleta estuda (nome da instituição).

**16ª questão:** Anotar o horário de início e término das aulas diariamente.

**17ª questão:** Quantidade de eletrodomésticos. Perguntar "Quantos (nome do eletrodoméstico em questão) você possui na sua casa? Marcar com um **X** quantos eletrodomésticos o atleta relatar possuir em sua residência.

**18ª questão:** Perguntar quem é o chefe da família e posteriormente "Qual o grau de instrução dele(a)?". Caso o atleta tenha dificuldades ajude-o a lembrar que série foi completada pelo chefe da família (não induza a resposta).

Os campos "Total de pontos" e "Classe Social" **não devem** ser preenchidos durante a entrevista.

### **COMO PREENCHER O QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADES?**

**19ª questão:** Pergunte "Onde você treina?" Anote o nome da instituição.

**20ª questão:** Modalidade. Questione: "Que esporte você treina?"

**21ª questão:** Pergunte "A quanto tempo você treina esta modalidade?". Anote a resposta em **anos** e **meses**. Atletas que treinam a menos de 1 mês devem ter sua resposta anotada como 1 mês.

**22ª questão:** "Quantas horas, em média você treina (nome da modalidade) por dia?". As respostas devem referir-se ao período atual de treinamento e devem ser anotadas em **horas** e **minutos**.

**23ª questão:** "Quantos dias, em média você treina (nome da modalidade) por semana?". As respostas devem referir-se ao período atual de treinamento.

**24ª questão:** Pergunte: "Qual a intensidade, em média de seus treinamentos? É intenso, moderado ou leve?" anote com um **X** a resposta. Ajude-o a definir a intensidade mais freqüente de treinamentos.

**25ª questão:** Pergunte se o atleta realiza alguma outra atividade esportiva, marcando com um **X** a resposta (Sim ou Não). Em caso afirmativo especifique no campo adequado qual outra atividade física ele realiza.

**26ª questão:** Pergunte "Quantas horas por dia você pratica esta outra atividade?" As respostas devem ser anotadas em **horas** e **minutos**.

**27ª questão:** Pergunte "Quantos dias na semana, em média, você pratica esta outra atividade?"

**28ª questão:** Pergunte "Quantas horas, em média você dorme por dia?" A quantidade de horas dormidas deve englobar o sono à noite e horas dormidas durante o dia também caso esta seja uma prática regular do atleta.

**29ª questão:** Pergunte: "Quantas horas por dia você estuda em casa ou na biblioteca?" e anote a resposta dada.

**30ª questão:** Pergunte: "Quantas horas por dia você assiste televisão durante a semana, de segunda a sexta?" anote a resposta em **horas** e **minutos**.

**31ª questão:** Pergunte: "Quantos dias na semana você assiste televisão?". Anote a resposta.

**32ª questão:** Pergunte: "Quantas horas por dia você assiste televisão no fim de semana?" Some as horas do sábado e do domingo e anote a resposta em **horas** e **minutos**.

**33ª questão:** Pergunte: "Quantas horas por dia você fica no computador e videogame durante a semana, de segunda a sexta?" anote a resposta em horas.

**34ª questão:** Pergunte: "Quantos dias na semana você fica no computador e videogame?". Anote a resposta.

**35ª questão:** Pergunte: "Quantas horas por dia você fica no computador e videogame no fim de semana?" Some as horas do sábado e do domingo e anote a resposta em **horas e minutos**.

**36ª questão:** Pergunte: "Você já foi a um nutricionista para fazer uma avaliação nutricional?" Marque com um **X** a resposta (Sim ou Não) e em caso afirmativo pergunte quando foi feita esta avaliação.

**37ª questão:** Pergunte: "Você toma suplementos alimentares?". Caso a questão gere alguma dúvida, defina e exemplifique os suplementos. (Exemplos: vitaminas e minerais em cápsulas, aminoácidos ou suplementos proteicos, suplementos de carboidratos ou bebidas energéticas). Marque com um **X** a resposta. Se a resposta for positiva anote o nome (tipo) dos suplementos mais utilizados, suas quantidades (dosagens) e frequência de consumo.

**38ª questão:** Pergunte ao atleta: "Você toma café?" e "Porquê?". Marque com um **X** a resposta (Sim ou Não) e o porque desta resposta. Caso afirmativo pergunte a quantidade e a frequência de consumo e o tipo consumido mais frequentemente (solúvel / nescafé ou em pó / coado) e anote.

**39ª questão:** Pergunte ao participante se ele faz algum tipo de dieta. Marque com um **X** a resposta (Sim ou Não); caso afirmativo pergunte "Por quê?" e anote a razão dele fazer tal dieta.

**40ª questão:** Realizado por: Não se esqueça de anotar seu nome como entrevistador.

Após o preenchimento dos questionários sócio-demográfico e de atividades, pergunte ao atleta se ele dispõe de aproximadamente 30 minutos para realizar a entrevista nutricional e antropométrica. Caso a resposta seja negativa, agradeça ao atleta e explique que ele será contactado posteriormente, via telefone, para agendamento das demais entrevistas. Caso a resposta seja afirmativa inicie o preenchimento do recordatório de consumo alimentar em 24h.

### **COMO PREENCHER O RECORDATÓRIO DE CONSUMO ALIMENTAR EM 24 HORAS?**

Anote o nome completo do atleta e a data da entrevista. O número da ficha **não** deve ser preenchido.

Peça ao atleta que se recorde de seu consumo alimentar do dia anterior de uma forma geral.

Inicie o preenchimento da ficha perguntando ao atleta qual sua primeira refeição no dia (ex.: café da manhã) e a que horas aproximadamente ela foi realizada. Peça uma lista dos alimentos e **líquidos** ingeridos e quantidade nesta refeição. Anote cada alimento em uma linha e marque sua porção, utilizando-se de números na coluna mais apropriada. **Lembre-se de anotar também o consumo de água.** Uma vez que o atleta tenha terminado de informar, releia os alimentos e quantidades descritos por ele e pergunte se ele confirma as informações. Ao notar a

ausência de um alimento muito comum (como por exemplo leite no café da manhã, arroz no almoço, água, etc.) pergunte ao atleta se ele não consome este alimento, tomando o cuidado para não influenciar o atleta em sua resposta.

Realize este procedimento para todas as refeições realizadas pelo atleta no dia anterior, inclusive lanches e petiscos. Os alimentos e as quantidades devem ser anotados em medidas caseiras. Utilize quantas folhas forem necessárias.

Ao final do questionário, pergunte ao atleta se esta alimentação descrita reflete uma alimentação usual, ou seja, semelhante à maioria dos dias. Caso positivo marque com um **X** no campo onde diz "alimentação habitual", caso contrário marque em "alimentação extra, dia especial" e pergunte ao atleta em que esta alimentação difere de sua dieta habitual.

Não esqueça de anotar seu nome no campo destinado ao entrevistador. Ao finalizar encaminhe o atleta ao antropometrista.

### **COMO PREENCHER O QUESTIONÁRIO ANTROPOMÉTRICO?**

#### **A mensuração será realizada exclusivamente pelos antropometristas.**

**41ª questão:** O sujeito será pesado, em uma balança digital, com traje de banho ou roupas leves, sem adornos (relógio, pulseiras, anéis, prendedores de cabelo, brincos, etc.) e na posição fundamental (de pé olhando para o horizonte). O valor obtido será anotado em **kg**.

**42ª questão:** O sujeito será medido com a toesa (a ser fixada na parede), partindo da posição fundamental (descalço, pés paralelos, calcanhares encostados na parede, olhando para o horizonte) ao final da inspiração. O valor obtido será anotado em **cm**.

**43ª questão:** As dobras cutâneas (tríceps e subescapular) serão medidas utilizando-se o Harpenden Skinfolder Caliper, através da técnica internacional de medidas. As medidas são tomadas do lado direito do corpo, com o indivíduo de pé. A dobra cutânea deve ser tomada entre o polegar e o indicador esquerdo, havendo o cuidado para não incluir tecido muscular (em caso de dúvida recomenda-se uma contração prévia). Os ramos (pontas) do compasso devem ser colocados perpendicularmente à dobra. As medidas devem ser repetidas ao menos duas vezes, buscando uma boa correlação entre os valores obtidos (variação < 0,5mm). Em caso de variação maior, realizar uma 3ª medida. Anotar todos os valores obtidos.

**44ª questão:** A circunferência do braço será medida com o auxílio de uma fita métrica, através da técnica internacional de medidas. As medidas serão tomadas do lado direito do corpo com o indivíduo de pé olhando para o horizonte no ponto médio do braço.

**45ª questão:** O nome do antropometrista é escrito neste campo.

Agradecer ao atleta, pedir para que ele recoloca a roupa e acessórios (quando for o caso); o atleta é dispensado.

O percentual de gordura será calculado posteriormente utilizando-se a fórmula de de BOILEAU *et. al.* (1985). As dobras cutâneas usadas são bíceps (X1) e subescapular (X2) onde:

Para indivíduos do sexo masculino entre 8 e 29 anos:

$$\% \text{ Gordura} = 1,35 (X_1 + X_2) - 0,012 (X_1 + X_2)^2 - 4,4$$

Para indivíduos do sexo feminino entre 8 e 29 anos:

$$\% \text{ Gordura} = 1,35 (X_1 + X_2) - 0,012 (X_1 + X_2)^2 - 2,4$$