

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOMÉDICAS**

AMANDA CRISTIANE DE ARAÚJO

**INFLUÊNCIA DO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL E DA DISTRIBUIÇÃO
CENTRAL E GERAL DE GORDURA SOBRE A MODULAÇÃO
AUTONÔMICA CARDÍACA E A CAPACIDADE FUNCIONAL EM HOMENS
ADULTOS**

PONTA GROSSA/PR

2018

AMANDA CRISTIANE DE ARAÚJO

**INFLUÊNCIA DO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL E DA DISTRIBUIÇÃO
CENTRAL E GERAL DE GORDURA SOBRE A MODULAÇÃO
AUTONÔMICA CARDÍACA E A CAPACIDADE FUNCIONAL EM HOMENS
ADULTOS**

Dissertação apresentada como requisito à
obtenção do título de mestre em Ciências
Biomédicas, na Universidade Estadual de
Ponta Grossa, na área de
Fisiologia/Fisiopatologia.

Orientador: Prof. Dr. Nilo Massaru Okuno

Co-orientador: Prof. Dr. Márcia Helena Appel

**PONTA GROSSA/PR
2018**

A663

Araújo, Amanda Cristiane de

Influência do índice de massa corporal e da distribuição central e geral de gordura sobre a modulação autonômica cardíaca e a capacidade funcional em homens adultos / Amanda Cristiane de Araújo . Ponta Grossa, 2019.

52 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biomédicas - Área de Concentração: Fisiologia e Fisiopatologia), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Nilo Massaru Okuno. Coorientador: Prof. Dr. Márcia Helena Appel.

1. Cinética da frequência cardíaca. 2. Delta da frequência cardíaca. 3. Obesidade. 4. T30.

CDD:613.25



Universidade Estadual
de Ponta Grossa

Programa de
Pós Graduação
em Ciências Biomédicas



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NÍVEL DE MESTRADO EM CIÊNCIAS BIOMÉDICAS – ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: FISIOLÓGIA E FISIOPATOLOGIA, NÚMERO DA ATA 10/2018, DA MESTRANDA AMANDA CRISTIANE DE ARAÚJO REALIZADO NO DIA 27 DE SETEMBRO DE 2018, NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA.

Aos vinte e sete dias de setembro de dois mil e dezoito, às 14h00min na sala 115, Bloco M, da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) em seção pública sob a presidência da **Professor Dr. Nilo Massaru Okuno** reuniu-se a Banca Examinadora de defesa da Dissertação de Mestrado em Ciências Biomédicas da mestranda **Amanda Cristiane de Araújo** na linha de pesquisa; Fisiopatologia do metabolismo e do sistema imune, constituída pelos demais Doutores (membros titulares): **Professora Dra. Carla Cristine Kanunfre (UEPG/PR)** e **Professor Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva (UTFPR/PR)**. Iniciados os trabalhos, a presidência deu conhecimento aos membros da banca e a candidata das normas que regem a defesa da dissertação de Mestrado e definiu-se a ordem a ser seguida pelos examinadores para arguição. O título da dissertação avaliada foi: **Influência do Índice de Massa Corporal e da Distribuição Central e Geral de Gordura sobre a Modulação Autonômica Cardíaca e a Capacidade Funcional em Homens Adultos**. Encerrado os procedimentos de análise, a banca comunicou o resultado final da avaliação da dissertação como APROVADO, considerado requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biomédicas. O aluno deverá entregar, no prazo estipulado no item 8 da IN 01/2015, referente a defesa de dissertação do programa com as modificações sugeridas pelos membros da banca examinadora. Para a obtenção do título de mestre, o aluno terá até 6 meses, após a data da defesa da sua dissertação, para apresentar ao colegiado a carta de submissão do seu artigo em revista indexada no estrato mínimo B3 dentre os periódicos indicados pela área de Ciências Biológicas II vigente. Nada mais havendo a ser tratado, lavrou-se a presente ata que vai assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Observações (se necessário):

Alteração de título: sim ☐ não ☒

Novo título:

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Programa de Pós-Graduação em Ciências Biomédicas
[Assinatura]
Coordenador

[Assinatura de Nilo Massaru Okuno]
Nilo Massaru Okuno (UEPG/PR) - Presidente

[Assinatura de Carla Cristine Kanunfre]
Carla Cristine Kanunfre (UEPG/PR) – Titular

[Assinatura de Adriano Eduardo Lima da Silva]
Adriano Eduardo Lima da Silva (UTFPR/PR) – Titular

Dedico a meus pais, Hilton e Zilei, e aos meus irmãos, Kady, Keyla e Leandro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas oportunidades, pela sabedoria e por ter colocado em minha vida pessoas que me auxiliaram durante todo este trajeto.

Agradeço a meus pais, que mesmo longe conseguiram me dar todo o suporte necessário para vencer mais esta etapa.

Aos meus irmãos, obrigado pela amizade, companheirismo e apoio.

Prof Nilo, um orientador e tanto. Sempre presente, orientando, ensinando com paciência, tratando a todos com igualdade. Obrigada pela amizade. Obrigada pelo exemplo. Obrigada pela inspiração!

Prof. Márcia. Ah Prof Márcia... suas aulas na graduação foram minha inspiração para trilhar uma vida acadêmica. Obrigada por todo conhecimento proporcionado. Obrigada pela inspiração!

Prof Carla, sempre tão dispostas a ajudar a todos. Obrigada pelo aceite de mais uma fazer parte de minha banca! Obrigada pelas correções! Correções estas sempre realizadas com tanta doçura.

Obrigada Prof. Adriano por integrar a banca examinadora, colaborando com seus conhecimentos.

Agradeço aos meus amigos e a todos que auxiliaram na execução do projeto, de maneira especial ao Adalberto Ferreira, Julio Schamne, Bruno Margueritte, Cleverson Motim e Juliana Ressetti.

Agradeço a Amanda Rovida pelo suporte emocional e por toda ajuda que me deste. Sua amizade não tem preço!! Irmã de mesmo nome e pais diferentes.

Rosana Alboski e Clodomar de Oliveira, sou grata pelos conselhos, pelos ensinamentos. Grata por acreditarem em mim, por fazer com que eu me tornasse mais confiante! Por se tornarem minha segunda família. Obrigada!

E por fim, obrigada a todos os voluntários que contribuíram enormemente para que esta pesquisa fosse realizada!

**“Há tempo para tudo debaixo do céu”
(Eclesiastes 3:1)**

RESUMO

ARAÚJO, Amanda Cristiane. Influência do índice de massa corporal da distribuição central e geral de gordura sobre a modulação autonômica cardíaca e a capacidade funcional em homens adultos. 2018. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biomédicas) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2018.

INTRODUÇÃO: As doenças cardiovasculares (DCV) são as principais causadoras de morte relacionadas ao excesso de gordura corporal. Existem métodos não invasivos considerados preditores de DCV, como a análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e da recuperação da frequência cardíaca (FC). Além do mais, o excesso de massa corporal pode prejudicar a capacidade funcional (capacidade de realização das atividades cotidianas). **OBJETIVOS:** Verificar a influência do índice de massa corporal (IMC) e de medidas de distribuição central e geral de gordura sobre a modulação autonômica cardíaca e a capacidade funcional em homens adultos jovens com mesmo nível de atividade física habitual. **MÉTODOS:** Participaram do estudo 54 indivíduos, dos quais 25 eutróficos (IMC entre 18,5 e 24,9 kg/m²) e 29 obesos (IMC $\geq$ 30 kg/m²) com idade entre 18 e 35 anos, submetidos a avaliação antropométrica (estatura, massa corporal, circunferência de cintura – CC, circunferência de pescoço - CP e bioimpedância), variabilidade da FC (VFC) e pressão arterial (PA) de repouso, teste incremental em esteira ergométrica, testes funcionais (equilíbrio, força, agilidade e resistência aeróbia) e utilização do pedômetro (contador de passos). No teste incremental realizou-se o registro dos intervalos R-R no esforço e durante a recuperação, para posterior análise da frequência cardíaca de recuperação, utilizando o T-30, o delta da FC (Δ FC) e a cinética *off* da FC. Para o teste de equilíbrio, o indivíduo estava vendado com apoio em um dos pés; o teste de força consiste em realizar o máximo de repetição no exercício de rosca direta com carga de 4 kg dentro de 30 s; no teste de agilidade o avaliado percorreu caminhando um pequeno circuito dentro do menor tempo possível e a resistência aeróbia resume-se em percorrer a maior distância em 6 min caminhando rápido. A verificação do número de passos diários deu-se através do uso do pedômetro durante 7 dias de atividades habituais. **RESULTADOS:** Observaram-se valores elevados de CC (110,89 $\pm$ 10,35 cm) e CP (44,95 $\pm$ 3,23 cm) no grupo obeso, acima dos pontos de corte para DCV. A pressão arterial sistólica (PAS) (eutrófico = 107,20 $\pm$ 11,16 mmHg; obeso = 119,78 $\pm$ 10,31 mmHg), pressão arterial diastólica (PAD) (eutrófico = 67,72 $\pm$ 5,98 mmHg; obeso = 76,67 $\pm$ 9,50 mmHg) e a pressão arterial média (PAM) (eutrófico = 151,09 $\pm$ 12,57 mmHg; obeso = 170,97 $\pm$ 15,88 mmHg) apresentaram-se dentro do ideal em ambos os grupos, porém maior para o grupo obeso, havendo correlação mais forte com as medidas de distribuição central de gordura, CC (r = 0,62; 0,52; 0,61 para PAS, PAD e PAM, respectivamente) e CP (r = 0,62; 0,55; 0,65 para PAS, PAD e PAM, respectivamente). Não se encontrou diferença estatística entre os grupos nas variáveis da VFC em repouso (p < 0,05). Já os índices de recuperação da FC, somente o T30 apresentou diferença entre os grupos (p > 0,001), onde o grupo obeso apresentou maiores valores (eutrófico 368,42 $\pm$ 169,97s vs obeso 459,25 $\pm$ 268,27s). Os índices de recuperação da FC obtiveram em sua maioria, maior correlação com CC e CP. Com relação aos testes funcionais, o grupo obeso obteve menor desempenho no teste de equilíbrio, agilidade e resistência aeróbia. **CONCLUSÕES:** a obesidade parece estar associada ao atraso da retomada parassimpático logo após o fim do esforço e influencia negativamente a capacidade funcional. As medidas de distribuição central de gordura parecem estar mais fortemente associadas aos índices de PA de repouso e FC de recuperação que a distribuição geral.

Palavras-chave: Cinética da frequência cardíaca. Delta da frequência cardíaca. Obesidade. T30. Variabilidade da frequência cardíaca.

ABSTRACT

BACKGROUND: Cardiovascular diseases (CVD) are the main causes of death related to excess of body fat and the place of fat distribution seems to influence in onset of these diseases. Non-invasive methods are use as CVD predictors, like heart rate variability (HRV) and heart rate (HR) recovery analysis. From these analyses it's possible to verify the cardiac autonomic modulation. Furthermore, excess body mass can impair the functional capacity (capacity to perform daily activities). **OBJECTIVE:** Verify the body mass index (BMI) and measurements of central and general body fat on cardiac autonomic modulation and the functional capacity in young man with same habitual physical activity level. **METHODS:** Fifty-four individuals, 25 eutrophics (BMI between 18.5 and 24.9 kg/m²) and 29 obese (BMI $\geq$ 30 kg/m²) aged 18 to 35 years old participated in the study. They underwent to anthropometric evaluation (stature, body mass, waist circumference - WC, neck circumference - NC and bioimpedance), HR variability (HRV) and blood pressure (BP) at rest, incremental test on a treadmill, functional tests (balance, strength, agility and resistance) and used a pedometer (step counter). In incremental test, the R-R intervals was recorded during the exercise and recovery, for later analysis of the recovery heart rate (HRrec). The indexes used to verify the HRrec was the T30, delta of the HR (Δ HR), HR off kinetics. The balance test was performed blindfolded with support on only feet; the strength test consists to perform the maximum repetition in the barbell curl exercise with 4 kg within 30 s; in the agility test the subjects will walk through a small circuit within the shortest time, and in endurance subjects tried to walk the longest distance during 6 minutes. The verification of the daily steps was observed using the pedometer during 7 days of usual activities. **RESULTS:** High WC (110.89 ± 10.35 cm) and NC (44.95 ± 3.23 cm) values was observed in obese group, above cutoff points to CVD. All subjects were not classified hypertensive according to Systolic BP (SBP) (eutrophic = 107.20 ± 11.16 mmHg; obese = 119.78 ± 10.31 mmHg), diastolic BP (DBP) (eutrophic = 67.72 ± 5.98 mmHg; obese = 76.67 ± 9.50 mmHg) and mean BP (MBP) (eutrophic = 151.09 ± 12.57 mmHg; obese = 170.97 ± 15.88 mmHg), but higher values were observed for obese group ($p < 0.01$) and with strongly correlated to central fat distribution, WC ($r = 0.62$; 0.52 ; 0.61 for SBP, DBP, MBP, respectively) e CP ($r = 0.62$; 0.55 ; 0.65 for SBP, DBP, MBP, respectively). No significant difference was found between eutrophic and obese in HRV in rest ($p > 0.05$). On the other hand, in HRrec indexes, only T30 should difference between groups ($p < 0.001$), being obese group with higher values (eutrophic 368.42 ± 169.97 s vs obese 459.25 ± 268.27 s). HRrec indexes mostly correlated to WC and NC. For the functional tests, the obese group presented better results in balance, agility and endurance. **CONCLUSIONS:** Obesity group presented a parasympathetic reactivation delay after effort and negatively influence in functional capacity. Also, central fat distribution was high related to BP rest and HRrec than general distribution.

Key-words: Heart rate kinetics. Delta heart rate. Obesity. T30. Heart rate variability.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação do teste de agilidade de acordo com Dantas (2004)	27
Tabela 2 – Características antropométricas e NAF dos indivíduos eutróficos e obesos	30
Tabela 3 – Comparação entre as variáveis da PA, FC e VFC de repouso entre os grupos eutrófico e obeso. Valores apresentados em média $\pm$ desvio padrão	31
Tabela 4 – Correlação entre as medidas antropométricas com as variáveis hemodinâmicas e VFC em repouso	32
Tabela 5 – Comparação dos índices da recuperação da FC entre os grupos eutrófico e obeso. Valores apresentados em média $\pm$ desvio padrão	32
Tabela 6 – Correlação das medidas antropométrica com os índices da frequência cardíaca de recuperação	33
Tabela 7 - Comparação dos testes de capacidade funcional entre indivíduos eutróficos e obesos. Valores apresentados em média $\pm$ desvio	34

LISTA DE SIGLAS

ΔFC	Delta da frequência cardíaca
%G	Percentual de gordura
%MM	Percentual de massa magra
% Água	Percentual de água
τ	Constante de tempo de recuperação da frequência cardíaca
Amp	Amplitude da frequência cardíaca
CC	Circunferência de cintura
CP	Circunferência de pescoço
DCV	Doenças cardiovasculares
FC	Frequência cardíaca
FC _{máx}	Frequência cardíaca máxima
FC _{min}	Frequência cardíaca mínima
GDLAM	Grupo de Desenvolvimento Latino-Americano para a Maturidade
HF	Alta frequência
IMC	Índice de massa corporal
LF	Baixa frequência
LF/HF	Razão baixa frequência e alta frequência
NAF	Nível de atividade física
OMS	Organização Mundial da Saúde
PA	Pressão arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
PAM	Pressão arterial média

RMSSD	Raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes
SDNN	Desvio padrão de todos os intervalos RR normais
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 TECIDO ADIPOSE: CARACTERÍSTICAS E ASSOCIAÇÃO COM O SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO	16
3.1.1 <i>IMC e Percentual de Gordura como Indicadores de Gordura Geral</i>	18
3.1.2 <i>Circunferência de Cintura e Pescoço como Indicadores de Gordura Central</i>	19
3.2 ATUAÇÃO DO SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO SOBRE O CORAÇÃO...	19
3.2.1 <i>Variabilidade da Frequência Cardíaca</i>	20
3.2.2 <i>Recuperação da FC como Indicador Autonômico Cardíaco</i>	20
3.3 NÚMERO DE PASSOS DIÁRIOS E SEUS BENEFÍCIOS À SAÚDE	21
4 MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA	23
4.2 PROTOCOLO EXPERIMENTAL	23
4.2.1 <i>Testes Presenciais</i>	23
4.2.2 <i>Pedômetro</i>	25
4.3 ANAMNESE, AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA, VFC E PA DE REPOUSO.	25
4.4 TESTES FUNCIONAIS	26
4.5 TESTE INCREMENTAL	28
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	29
5 RESULTADOS	30
6 DISCUSSÃO	35
7 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41
ANEXOS	47
Anexo A	48
Anexo B	49
Anexo C	52

1 INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença crônica que atinge atualmente grande parte da população mundial. Estima-se que cerca de 19,5% da população mundial sejam classificados como obesos (HAMANN, 2017). No Brasil, de acordo com a VIGITEL (2017), a prevalência de obesidade encontra-se em 18,9% da população adulta, sendo semelhante entre homens e mulheres (18,1 e 19,6%, respectivamente). Porém, mais da metade dos brasileiros apresenta massa corporal superior ao indicado para sua idade e estatura (sobrepeso, $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$), mostrando esta prevalência ser maior em homens (57,7 vs 50,5%).

Uma das preocupações relacionada a este cenário encontra-se na associação da obesidade com o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV), principais responsáveis pela alta taxa de mortalidade envolvendo a obesidade (FUSTER et al., 2016).

Algumas pesquisas evidenciam que o desbalanço positivo no tônus simpato-vagal durante o repouso e a recuperação, ou seja, o aumento da atividade simpática e a redução da parassimpática, é indicador de risco de mortalidade por doenças relacionadas ao sistema cardiovascular (COLE et al., 1999; VANDERLEI et al., 2009). Existem alguns métodos não invasivos de análise da atuação do sistema nervoso autônomo no coração, os quais são realizados por meio de registros da frequência cardíaca (FC). A variabilidade da frequência cardíaca (VFC), a cinética off da FC, o delta da FC (ΔFC) e o T30, são alguns exemplos (PEÇANHA et al., 2017).

A VFC corresponde às oscilações da FC a cada batimento (EL AGATY; KIRMANI; LABBAN; 2016). Quanto menor a VFC, maior a atuação simpática sobre o coração e, portanto, maior o risco de mortalidade.

Peterson e colaboradores (1988), encontraram em sua pesquisa uma correlação negativa entre o percentual de gordura corporal e a VFC em repouso ($r = -0,30$; $p < 0,03$), indicando associação entre o excesso de massa corporal e o desbalanço autonômico cardíaco. Este estudo corrobora com os resultados de Kim e colaboradores (2005) onde a correlação entre o percentual de gordura e a VFC foi de $-0,43$ ($p < 0,01$). Adicionalmente, esses mesmos autores demonstraram associação entre a gordura central, verificada por meio da relação cintura/quadril, e a VFC ($r = -0,33$, $p < 0,05$).

Os demais métodos mencionados (a cinética off da FC, ΔFC e o T30) correspondem ao comportamento da frequência cardíaca pós-esforço, ou seja, à frequência cardíaca de recuperação (FC_{rec}). A análise realizada até 2 min pós-esforço, associa-se a retomada

parassimpática cardíaca, já, a partir do minuto 5, a FC_{rec} sofre influência adicional da retirada simpática (PEDRO et al., 2009). Quanto mais rápida a recuperação, melhor o controle autonômico cardíaco. No entanto, não se sabe ao certo qual o comportamento da recuperação dos índices relacionados a FC em indivíduos obesos.

Além do mais indivíduos obesos possuem reduzida capacidade de realização das atividades diárias, como reduzida capacidade de locomover-se ou equilibrar-se (CASTELLO-SIMÕES et al., 2011; PATAKI et al., 2014) .

Considerando o crescente quadro da obesidade em nível mundial, somada à sua associação com as DCV, estudos buscando meios para diagnóstico precoce do risco de mortalidade e melhora da qualidade de vida desta população são necessários.

Acredita-se ainda que a deposição de gordura em regiões centrais do corpo (gordura visceral) ocasione maiores prejuízos a saúde em função do tecido adiposo desta região ser mais ativo metabolicamente e, portanto, mais sensível a liberação de citocinas pró-inflamatórias. Por isso, o conhecimento sobre as consequências geradas pelo depósito de gordura de maneira geral e central sobre o SNA, mostram-se importantes, assim como a busca por meios simples e de baixo custo para a mensuração da deposição de gordura.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a influência do IMC e de medidas de distribuição central e geral de gordura sobre a modulação autonômica cardíaca e a capacidade funcional em homens adultos jovens com mesmo NAF.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar e correlacionar a circunferência de cintura (CC), circunferência de pescoço (CP), percentual de gordura (%G) e percentual de massa magra (%MM) entre os grupos eutrófico e obeso;
- Comparar a VFC de repouso e a recuperação da FC entre os grupos eutróficos e obesos;
- Correlacionar IMC, %G, CC e CP com a VFC de repouso e com a recuperação da FC;
- Analisar e comparar o equilíbrio, a força muscular de membros superiores, a agilidade e resistência aeróbia entre os grupos;
- Comparar o tempo de teste incremental e o número de passos diários entre os grupos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 TECIDO ADIPOSE: CARACTERÍSTICAS E ASSOCIAÇÃO COM O SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO

Tendo como principal função o estoque de energia em forma de triglicerídeo (TURER et al., 2012), o tecido adiposo apresenta-se de duas maneiras em nosso organismo, o tecido adiposo marrom e o branco. Algumas características diferenciam esses dois subtipos de tecido. O tecido adiposo marrom estaria relacionado à manutenção da temperatura corporal, já que possui uma grande quantidade de mitocôndrias e proteínas desacopladoras em suas células adiposas, favorecendo a geração de calor durante a produção de energia (FUSTER et al., 2016). Já o tecido adiposo branco, possui uma ampla capacidade de armazenar triglicerídeos para alguma situação de necessidade energética, além de possuir o papel de liberar citocinas e hormônios, denominadas adipocinas (BARROSO; ABREU; FRANCISCHETTI, 2002). Em crianças, o tecido adiposo marrom está mais presente, enquanto em adultos, sua quantidade é muito reduzida (AHIMA, 2016). Abordaremos nesta revisão o tecido adiposo branco, considerando sua grande participação no desenvolvimento de doenças associadas à obesidade.

O tecido adiposo é constituído em grande parte por células denominadas adipócitos (células onde ocorre o armazenamento de triglicerídeos). Porém, a constituição deste tecido não se resume aos adipócitos. O tecido adiposo é formado, também, pela fração vascular estromal, a qual compreende em sua maioria células do sistema imune, como macrófagos, eosinófilos e células T, responsáveis pela manutenção da homeostase do tecido (TURER et al., 2012).

Atualmente, sabe-se que este tecido (adipócito + fração vascular estromal) possui a capacidade de liberar muitas moléculas bioativas, conhecidas como adipocinas. A descoberta das adipocinas desempenhou um notável papel na compreensão dos acometimentos à saúde gerados pela obesidade.

Estas substâncias atuam no próprio tecido adiposo, assim como em órgãos distantes, agindo de forma a manter a homeostase do tecido. Porém, quando ocorre excesso de massa corporal, ou seja, aumento no armazenamento de triglicerídeos, as adipocinas passam a ter um efeito prejudicial a muitos sistemas orgânicos, sendo um potencial causador de doenças cardiovasculares (PEREIRA, 2014).

No quadro abaixo (Quadro 1) estão listadas algumas adipocinas e suas ações sobre o processo inflamatório e o metabolismo.

Quadro 1 – Adipocinas e suas funções

Adipocina	Função
Leptina	Pró-inflamatória, saciedade e controle energético
Resistina	Pró-inflamatória e aterogênica, aumenta a resistência a insulina
IL-6	Pró-inflamatória
IL – 10	Anti-inflamatória e aumento da sensibilidade insulínica
TNF – α	Pró-inflamatória
Adiponectina	Anti-inflamatória e antiaterogênica, aumento da sensibilidade insulínica.

Fonte: Adaptado de Turer et al. (2012)

Especula-se que algumas citocinas pró-inflamatórias, como a leptina, possam agir no sistema nervoso autônomo, causando um desbalanço positivo no tônus simpato-vagal. Em obesos parece ser comum o aumento da atividade simpática em repouso (LOPES; EGAN, 2005) e esta hiperatividade simpática está associada ao aumento do risco de mortalidade em função de problemas cardiovasculares.

Além das adipocinas, fatores como o aumento da concentração plasmáticas de insulina (hiperinsulinemia) e ácidos graxos livres, frequentemente associados à obesidade, parecem contribuir também para o desequilíbrio autonômico cardíaco (CARVALHEIRA, 2008).

Encontrou-se ainda na literatura, influência do local de distribuição de gordura corporal no desequilíbrio autonômico (FIDAN-YAYLALI et al., 2016).

Os subtópicos abaixo apresentam alguns indicadores antropométricos de gordura geral e central, explanando sobre a associação destas medidas antropométricas com a hiperatividade simpática.

3.1.1 IMC e Percentual de Gordura como Indicadores de Gordura Geral

O índice de massa corporal (IMC) é um cálculo usado para identificar se a massa corporal se encontra dentro dos valores ideais para estatura e idade, cujo cálculo é realizado por meio da fórmula:

$$\text{IMC} = \text{massa corporal/estatura}^2 \quad (1)$$

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (conforme ABESO, 2016), classifica-se como eutróficos, indivíduos com IMC entre 18,5 e 24,9 kg/m², sobrepesados entre 25 e 29,9 kg/m² e obesos com IMC igual ou superior à 30 kg/m² (pessoas com idade entre 18 e 60 anos). Estes pontos de corte estão relacionados ao desenvolvimento de doenças crônicas, assim como ao aumento do risco de mortalidade.

Conforme Silveira et al. (2009), o aumento no IMC acarreta o incremento proporcional na liberação das adipocinas inflamatórias e redução das antiinflamatórias, contribuindo para o desenvolvimento de DCV.

Um estudo realizado por Rossi et al. (2015), demonstrou menores valores da VFC em indivíduos obesos quando comparados a eutróficos, através da raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (RMSSD) e alta frequência (HF), apontando redução da atividade parassimpática em repouso. Entretanto, Farah et al. (2013) não encontraram associação entre o IMC e a VFC, sendo sua amostra composta por adolescentes.

Porém a utilização do IMC para diagnóstico da obesidade, possui algumas limitações, como a falta de discriminação entre percentual de gordura e massa magra, podendo ser superestimado em indivíduos com grande quantidade de massa muscular (ABESO, 2016).

Um método capaz de identificar o percentual de gordura e de massa magra é a bioimpedância. Para tanto, esta técnica utiliza a passagem de uma corrente elétrica de baixa voltagem através do corpo do avaliado.

De acordo com Lee, Blair e Jackson (1999), o %G está relacionado ao maior risco de mortalidade, apresentando-se segundo Zeng et al. (2014), como um preditor de DCV mais expressivo quando comparado ao IMC. Oliveira (2013) também confirma estes resultados, apontando correlação negativa moderada entre o %G e o índice de baixa frequência (LF) da VFC de repouso ($r = - 0,38$) em adolescentes, demonstrando relação entre o %G e a maior atividade simpática em repouso.

Para finalizar, Kim et al. (2005) verificaram a associação entre o %G e o IMC com o índice LF. Os resultados apontaram correlação mais forte do LF com o %G quando comparada ao IMC ($r = -0,43$ e $-0,34$, respectivamente), indicando que o risco aumentado de mortalidade está relacionado de forma mais acentuada em pessoas com alto %G.

3.1.2 Circunferência de Cintura e Pescoço como Indicadores de Gordura Central

Outro fator que contribui para o desenvolvimento de doenças decorrentes da obesidade é a localização do tecido adiposo. De acordo com a localização, o tecido adiposo pode sofrer influências metabólicas e endócrinas diferentes, sendo o adipócito da região visceral mais ativo metabolicamente e mais sensível a estímulo para liberação de adipocinas (HERMSDORFF; MONTEIRO, 2004).

Algumas medidas antropométricas simples são consideradas bons indicadores de gordura visceral. A circunferência de cintura (CC), é um exemplo, onde valores acima de 94 cm para homens e 80 cm para mulheres, indicam riscos aumentados para DCV (POULIOT, 1994).

Além da CC, a CP também está associada à distribuição central de gordura e à DCV. Os pontos de corte para risco aumentado de DCV seria superior a 39,6 cm para homens e 36,1 cm para mulheres de acordo com o proposto por Stabe et al. (2013). Dantas et al. (2015) encontraram uma associação significativa ($p < 0,001$) entre a CP e DCV, estando em seu estudo relacionada principalmente ao sexo masculino.

A importância na realização destas medidas encontra-se na facilidade de mensuração, no seu baixo custo e no bom poder preditivo de doenças, sendo uma ferramenta acessível para verificação e diagnóstico de risco de mortalidade.

3.2 ATUAÇÃO DO SISTEMA NERVOSO AUTONOMO SOBRE O CORAÇÃO

A divisão autonômica do sistema nervoso é responsável pela modulação da frequência cardíaca e da força de contração do coração, já que possuem fibras aferentes que atingem o miocárdio e o nódulo sinoatrial (HALL, 2011). O aumento do tônus vagal induz redução na FC mesmo sem diminuição da atividade simpática, enquanto a elevação da FC está associada à maior atividade simpática e a redução da vagal (VANDERLEI et al., 2009). O aumento da atividade simpática no coração durante o repouso é considerado fator de risco de doenças cardiorrespiratórias (VANDERLEI et al., 2009).

Durante o esforço existe uma rápida retirada vagal e aumento gradual da atividade simpática, enquanto durante a recuperação a FC é reduzida inicialmente pela retomada vagal e, posteriormente, também pela retirada simpática.

Em indivíduos obesos, uma série de fatores estão envolvidos na hiperativação simpática em repouso e pela lenta retomada vagal pós-esforço, dentre elas a hiperinsulinemia, elevação de concentrações plasmáticas de ácidos graxos e algumas citocinas (LOPES; EGAN, 2005).

Nos subtópicos a seguir, estão elucidados alguns índices utilizados para verificação da atuação autonômica cardíaca.

3.2.1 Variabilidade da Frequência Cardíaca

A FC sofre oscilações em cada batimento, denominada variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Esta medida avalia as mudanças no tempo e frequência entre intervalos R-R consecutivos.

No domínio tempo, a análise pode ser realizada por cálculos geométricos e estatísticos, como os índices RMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes) o qual representa a influência do nervo vagal sobre o coração e o SDNN (desvio padrão de todos os intervalos RR normais), representando atividade simpática e vagal.

Os índices do domínio frequência, são obtidos por análise espectral, em que HF (alta frequência), LF (baixa frequência) e a razão LF/HF representam o ramo parassimpático, simpático e parassimpático, e simpático, respectivamente (ROQUE, 2009).

Como já apontado anteriormente, estudos encontraram associação entre o estado nutricional e a VFC em repouso (LEE; BLAIR; JACKSON, 1999; KIM et al., 2005; ZENG et al., 2014;), mostrando que em obesos a VFC está atenuada, caracterizando maior atividade simpática em repouso. Porém, não foram encontrados na literatura estudos sobre o comportamento da variabilidade da frequência cardíaca pós-esforço em indivíduos obesos.

3.2.2 Recuperação da FC como Indicador Autonômico Cardíaco

A recuperação da FC também pode contribuir para a verificação de desequilíbrio autonômico cardíaco. Poucos estudos visando identificar comportamento autonômico em obesos pós-esforço, foram encontrados.

Como explicado, em repouso a atividade vagal encontra-se aumentada em relação ao simpático, mantendo a FC baixa. No início do exercício, ocorre aumento da FC em função de uma rápida retirada parassimpática e aumento gradual da atividade simpática. Quando o esforço é cessado, a recuperação da FC se dá em decorrência do aumento rápido da atividade parassimpática (fase rápida da recuperação) e retirada gradual simpática (fase lenta da recuperação) (GARCIA, 2012).

Quando existe atraso na recuperação da FC, o risco de morte devido a DCV aumenta. De acordo com Cole et al. (1999), uma redução da FC inferior ou igual a 12 bpm no primeiro minuto pós-esforço máximo, é indicativo de risco cardiovascular. Em exercício submáximo o ponto de corte é ≤ 42 bpm, pós dois minutos do fim do esforço (COLE et al., 2000).

Existem alguns índices utilizados para averiguação da retomada vagal e retirada simpática pós-esforço: O ΔFC corresponde ao número de batimentos cardíacos reduzidos pós-esforço em relação a em dado momento da recuperação, podendo representar a fase rápida ou lenta, de acordo com o tempo analisado; a cinética *off* da FC representa os ajustes da curva da recuperação da FC expressa por meio de uma função exponencial de primeira ordem, descrita por Javorka et al. (2003), onde é possível verificar a fase lenta da recuperação; e o T30 refere-se a recuperação da FC em sua fase rápida.

Lins et al. (2014), verificaram a recuperação da FC utilizando o ΔFC de 1 min pós esforço máximo em indivíduos eutróficos, com sobrepeso e obesos. Os autores encontraram que o número de indivíduos com *delay* na recuperação da FC (≤ 12 bpm) foi três vezes maior entre os indivíduos com obesidade em relação aos eutróficos.

Sobre a cinética da FC e o T30, não se encontraram estudos em obesos. O que se sabe é que a intensidade do exercício pode influenciar na recuperação da FC em indivíduos eutróficos (RUMENIG et al., 2007). Procuramos descobrir também se o estado nutricional interfere no comportamento da FC pós-esforço máximo e submáximo.

3.3 NÚMERO DE PASSOS DIÁRIOS E SEUS BENEFÍCIOS À SAÚDE

Algumas evidências apontam que um bom NAF habitual, classificado a partir do número de passos diários, possa contribuir para promoção da saúde. Bravata et al. (2007), por meio de uma meta-análise, encontraram evidências de que o aumento do número de passos diários habituais estaria envolvido na redução do IMC e da pressão arterial sistólica. Tal estudo

identificou ainda, que a utilização do pedômetro contribuiu para o aumento da atividade física, sendo assim uma ferramenta de incentivo à prática da mesma.

Tudor-Locke et al. (2011), representaram por meio de um gráfico, de acordo com a idade qual seria a quantidade de passos mínima necessária para manutenção da saúde. Propõe-se para indivíduos adultos (20 a 65 anos), a realização mínima de 7000-8000 passos/dia. Tudor-Locke e Basset Jr. (2004), em um artigo anterior, colocam que um número inferior a 5000 passos/dia relaciona-se ao sedentarismo e ao aumento da predisposição a doenças crônicas como a obesidade.

Pessoas com obesidade apresentam-se em um estado de inflamação crônica de baixo grau, em função do aumento de citocinas pró-inflamatórias. Pedersen (2011) sugere que este quadro seria consequência não somente do aumento da deposição de gordura, mas também da inatividade física. Portanto, o aumento da atividade física poderia minimizar as complicações da obesidade.

Recentemente descobriu-se que o tecido muscular, em resultado da contração muscular, também possui a capacidade de liberar moléculas biotivas, denominadas miocinas (PEDERSEN; FEBBRAIO, 2008). Conforme Pedersen (2011), as miocinas produzem ação anti-inflamatória, culminando em um efeito antagônico às adipocinas, reduzindo assim o estado de inflamação de baixo grau da obesidade.

Portanto, aumentar o NAF poderia reduzir os acometimentos gerados pela obesidade. Algumas pesquisas verificaram a benefícios proporcionados pelo número de passos por dia em parâmetros relacionados a inflamação crônica da obesidade. Neto et al. (2016) demonstraram redução significativa na concentração de insulina e do índice HOMA-IR (índice que avalia a resistência insulínica) ($p < 0,05$) em crianças, mesmo sem alteração da massa corporal, após intervenção focada no número de passos diários. Além disso, verificou-se que a redução do número de passos diários durante 14 dias proporcionou o aumento de gordura visceral em 7% (PEDERSEN, 2013).

Sabendo que os fatores acima listados estão relacionados a atividade autonômica cardíaca, pretende-se saber se o número de passos diários contribui para a manutenção de balanço simpato-vagal nos níveis fisiológicos em repouso e durante a recuperação.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Estudo por amostra de conveniência com 54 indivíduos do sexo masculino, com idade entre 18 e 35 anos, divididos em dois grupos de acordo com o IMC: eutróficos ($n = 25$) e obesos ($n = 29$). O recrutamento foi realizado por meio de amostragem em bola de neve (VINUTO, 2014), sendo os critérios de inclusão: idade entre 18 e 35 anos, IMC entre 18,5 e 24,9 kg/m² para eutróficos e ≥ 30 kg/m² para obesos, ausência de doenças metabólicas e não estar sob tratamento farmacológico que causasse influência na modulação autonômica (terapia hormonal, antidiabéticos, para controle de doenças cardiovasculares, broncodilatadores, inibidores da acetilcolinesterase, antiepiléticos e antipsicóticos, antidepressivos e anestesia) (BORGES, 2012). A pesquisa foi iniciada em março de 2017 após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa (CAAE 62774616.0.0000.0105, parecer 1.912.887) (Anexo A) e devida assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelos voluntários (Anexo B).

4.2 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Os procedimentos foram divididos em duas etapas: testes presenciais e utilização do pedômetro (contador de passos), os quais estão esquematizados na Figura 1.

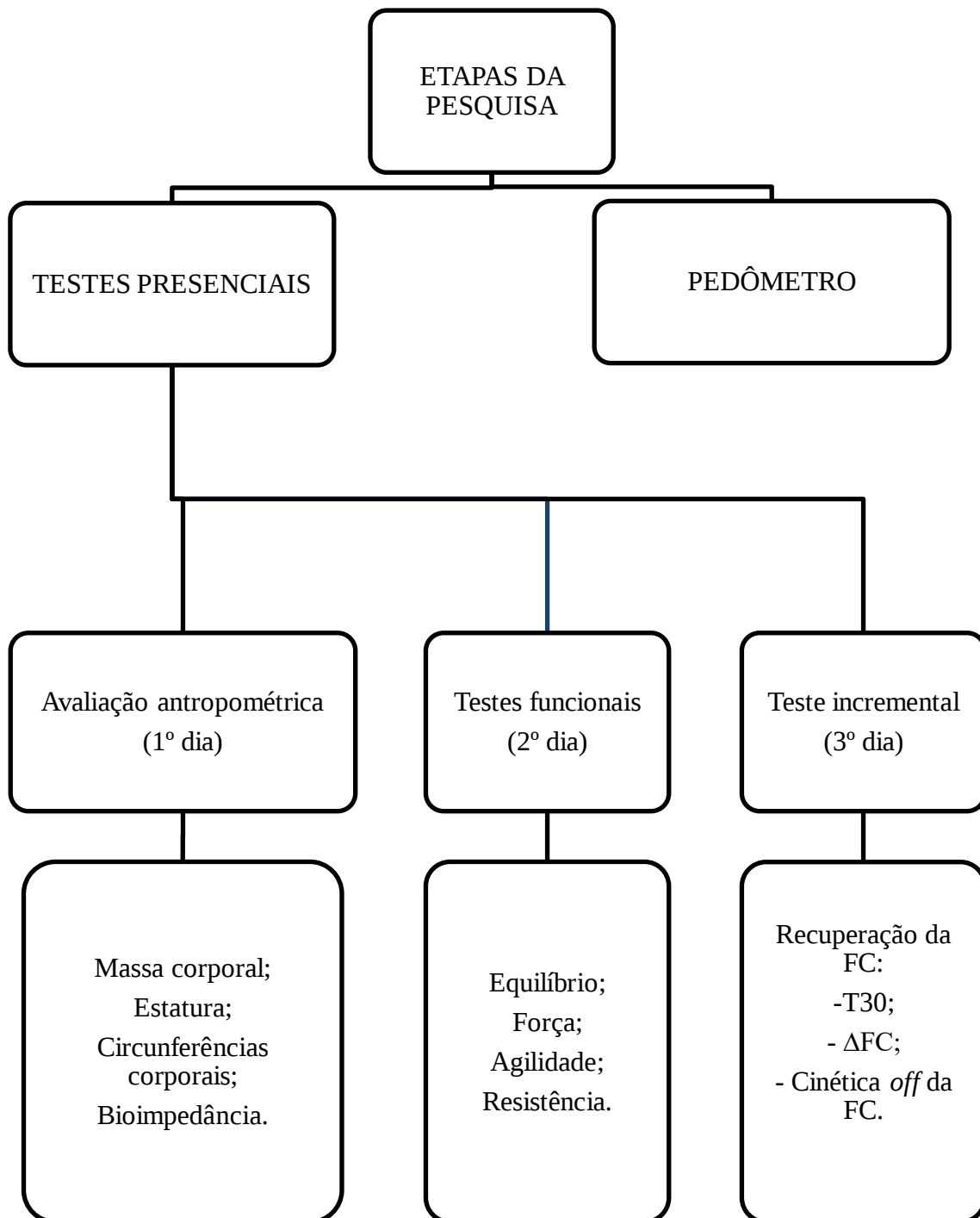
4.2.1 Testes Presenciais:

Os testes foram realizados no Laboratório de Avaliação Física (LAFISE) da Universidade Estadual de Ponta Grossa e segmentados em três dias de acordo com a divisão mostrada abaixo e representada na Figura 1:

1. Anamnese, avaliação antropométrica e verificação da FC e PA (pressão arterial) de repouso;
2. Testes funcionais;

3. Teste incremental.

Figura 1. Divisão das etapas da pesquisa e as variáveis analisadas em cada etapa.



4.2.2 Pedômetro

Com o intuito de verificar a quantidade de passos realizados habitualmente pelos indivíduos, os mesmos utilizaram um pedômetro (DigiWalker SW200, Yamax) durante sete dias, sendo cinco dias da semana e dois dias de final de semana, não contabilizando durante os feriados. Este dado foi utilizado para caracterizar o nível de atividade física habitual (NAF) dos indivíduos.

Considerando que o aparelho se utiliza de oscilações do quadril para determinação dos passos realizados, eles foram instruídos a prendê-lo ao cós da calça ou vestimenta utilizada, logo ao acordarem e permanecerem com o mesmo até o momento de dormir.

4.3 ANAMNESE, AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA E VFC E PA DE REPOUSO

Para verificar se o indivíduo se enquadrava nos critérios de inclusão da pesquisa, realizou-se a anamnese, a avaliação antropométrica e a verificação da PA de repouso.

Buscou-se obter na anamnese dados sobre uso de medicamentos controlados e doenças crônicas

Após a anamnese, o voluntário permaneceu dez minutos em repouso na posição sentada para verificação da VFC e PA de repouso. Utilizando o cardiofrequencímetro Polar (V800), os intervalos R-R foram gravados durante dez minutos, para posterior análise da VFC utilizando o software Kubios HRV Standard. Analisou-se a VFC em seus domínios tempo (RMSSD e SDNN) e frequência (HF, LF, LF/HF), nos cinco minutos finais da gravação.

A PA de repouso foi mensurada com o medidor de pressão digital (OMRON, HEM - 6111), estando o indivíduo sentado em ambiente silencioso. Considerou-se a PA de repouso a média entre duas medidas consecutivas com diferença máxima de 4 mmHg. Foram feitas o máximo de cinco mensurações com intervalo de dois minutos entre elas. Caso as cinco medidas ultrapassassem a diferença de 4 mmHg, novas aferições foram efetuadas em outro dia. Os índices de PA verificados foram pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e pressão arterial média (PAM).

A avaliação antropométrica foi constituída por medidas de estatura, massa corporal, circunferências corporais e bioimpedância.

Com utilização de um estadiômetro (Cardiomed), a estatura foi tomada desde a borda inferior do calcanhar até o vértex da cabeça, estando os indivíduos posicionando na postura ortostática, com a cabeça no plano de Frankfurt.

Para determinação da massa corporal, utilizou-se uma balança digital portátil da marca Tanita (UM-080), onde instrui-se aos participantes subir descalços e com o mínimo de roupa possível. Estas duas medidas, estatura e massa corporal, foram aplicadas em um cálculo para determinação do IMC [massa corporal (kg)/estatura² (m)], a partir do qual classificaram-se os participantes nos grupos eutrófico e obeso. Consideraram-se eutróficos, indivíduos com IMC entre 18,5 e 24,9 kg/m² e, obesos, com IMC ≥ 30 kg/m², de acordo com o proposto pela Organização Mundial da Saúde (conforme ABESO, 2016).

Com relação às circunferências corporais, foram realizadas medidas de pescoço e cintura, mensuradas com utilização de uma fita métrica inelástica. A circunferência de pescoço foi medida logo abaixo da proeminência tireoidea (STABE et al., 2013) e a circunferência de cintura, no ponto médio entre a borda superior da crista ilíaca e a última costela (POULIOT, 1994). Estas duas medidas relacionam-se a gordura localizada na região central, sendo os valores de corte para CP superior a 39,6 cm para risco cardiovascular em homens (STABE et al., 2013) e CC acima de 94 para risco aumentado e 102 para risco muito aumentado de DCV em homens (POULIOT, 1994).

A análise do percentual de gordura e massa magra realizou-se por meio de um aparelho de bioimpedância tetrapolar (BF906, Maltron). Este aparelho é constituído por quatro eletrodos, dos quais dois foram aplicados no membro superior direito (na articulação do punho e na terceira articulação metacarpal) e dois no membro inferior ipsilateral (articulação do tornozelo e terceira articulação metatarsal). Para tal aferição os indivíduos permaneceram deitados em decúbito dorsal, sem porte de objetos de metal durante o procedimento e sem consumo de bebidas alcoólicas ou cafeinadas e atividade física vigorosa em um período mínimo de 24h, sendo que a técnica está baseada na passagem de uma corrente elétrica de baixa frequência (50mv), e tais comportamentos poderiam influenciar os dados.

4.4 TESTES FUNCIONAIS

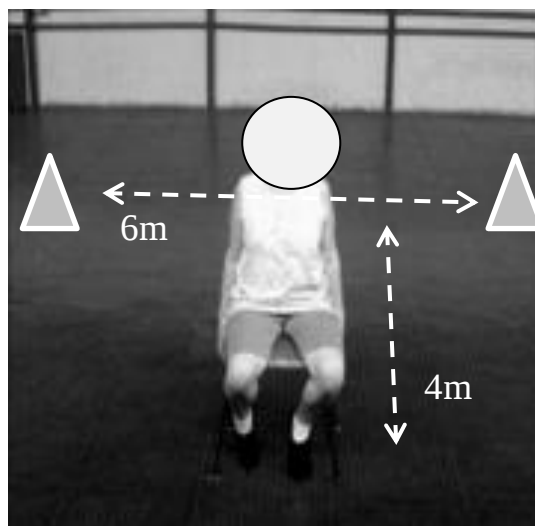
Fazem parte dos testes funcionais: teste de equilíbrio, força, agilidade e resistência aeróbia, os quais foram realizados na ordem descrita.

Para realização do teste de equilíbrio, o indivíduo utilizou uma venda, para obstrução total da visão. Posteriormente, solicitou-se a flexão de um joelho para trás, para que o equilíbrio ocorra em cima de um dos pés. Foram realizadas três tentativas em cada perna, contabilizando o tempo de permanência da postura, sendo no máximo 30 s cada tentativa.

No teste de força, utilizou-se um halter de 4kg, onde o indivíduo, estando sentado, realizou a flexão de cotovelo (rosca direta) com seu membro superior dominante. O objetivo foi realizar o máximo de repetição dentro de 30 s, sendo duas tentativas com intervalo de um minuto entre elas (BENEDETTI; MAZO; GONÇALVES, 2014).

Em função de avaliar a agilidade, realizou-se um teste proposto pelo Grupo de Desenvolvimento Latino-Americano para a Maturidade - GDLAM (DANTAS, 2004), fundamentando-se de um teste em que o indivíduo levanta, dá a volta em um cone disposto diagonalmente a cadeira, retorna a posição inicial, levanta e faz a volta em um segundo cone posicionado do lado contrário ao primeiro, retornando à cadeira e finalizando o teste (Figura 2). Foram efetuadas duas tentativas com intervalo de 1 minuto entre as mesmas.

Figura 2 – Teste de agilidade proposto pelo grupo GDLAM. A distância para trás da cadeira é de 4m e entre os cones de 6m



De acordo com Dantas (2004), classifica-se a agilidade como:

Tabela 1. Classificação do teste de agilidade de acordo com Dantas (2004)

	Fraca	Regular	Bom	Muito Boa
Agilidade (s)	> 43,0	43,0 – 38,7	38,7 – 34,8	< 34,8

O teste de resistência aeróbia constituiu-se do “teste de 6 min”, onde o avaliado caminhou o mais rapidamente possível durante seis minutos. Ao final, mensurou-se a distância realizada dentro deste tempo (BENEDETTI, MAZO e GONÇALVES, 2014). Todos os testes funcionais foram realizados no Pavilhão Didático na Universidade Estadual de Ponta Grossa.

4.5 TESTE INCREMENTAL

Realizou-se o teste incremental em uma esteira ergométrica (Inbrasport, modelo ATL, Porto Alegre). Este teste constitui-se de um teste máximo, com acréscimos na carga no decorrer do tempo. Para o protocolo escolhido (protocolo de Balke Modificado – Anexo C), a velocidade inicial foi de 3,2 km/h e 0% de inclinação. A cada minuto a velocidade teve acréscimo de 1,6 km/h, atingindo a velocidade de 6,4 km/h no terceiro minuto. A partir do quarto minuto, a velocidade estabilizou-se em 6,4 km/h e a inclinação da esteira foi acrescida em 2% a cada minuto. Após a exaustão voluntária do indivíduo, realizaram-se cinco minutos de recuperação ativa, em que o indivíduo caminhou na esteira à velocidade de 2,4 km/h, com inclinação de 2% (COLE et al., 1999).

Por intermédio do cardiofrequencímetro Polar (V800), realizou-se a gravação dos intervalos R-R durante todo o teste (repouso, esforço e recuperação), para posterior análise da atividade simpática e parassimpática sobre o coração. As variáveis analisadas foram:

- **T30:** recuperação da FC após 30s do final do teste, sendo utilizado para o cálculo o 10º e o 40º segundo de recuperação, devida a estabilização da FC nos primeiros segundos de recuperação (PEÇANHA et al., 2017). Este índice é obtido pela fórmula $t-30 = -1/k$, onde k é a inclinação da reta de recuperação do logaritmo natural da FC (IMAI et al., 1994).
- **ΔFC :** subtração da FC máxima atingida no teste ($FC_{\text{máx}}$) e a FC no primeiro minuto de recuperação (COLE et al, 1999).
- **Cinética *off* da FC:** representação gráfica da curva de recuperação da FC,, realizada por meio do software OriginPro 8, onde verifica-se a FC mínima durante a recuperação (FC_{min}), a constante de tempo (τ), que refere-se a 63% do tempo para se atingir a frequência cardíaca mínima, assim como a amplitude da FC ($Amp = FC_{\text{final}} - FC_{\text{min}}$). A cinética *off* da FC foi analisada no tempo de recuperação (T) 5 min, de acordo com a equação descrita por Javorka et al. (2003) é:

$$FC = FC_{\text{min}} + Amp * \exp - T / \tau \quad (2)$$

Nenhuma das variáveis foram fixadas para análise.

Quanto mais rápida a recuperação da FC, melhor estará a saúde cardíaca do indivíduo, sendo que a o T30 e ΔFC refletem a reativação parassimpática no coração, e a cinética *off* da FC, representa também a retirada simpática, nos tempos analisados (PEÇANHA et al., 2017).

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste de Shapiro-Wilk foi realizado com o objetivo de analisar a distribuição dos dados. Para comparar as variáveis entre os grupos, utilizou-se o teste *t* de Student para amostras independentes para dados paramétricos e Mann-Whitney, para os dados não-paramétricos. Ainda de acordo com a distribuição dos dados, utilizou-se os testes correlação de Pearson ou Spearman, para dados paramétricos e não-paramétricos, respectivamente.

Todas as análises foram realizadas por meio do *software* SPSS 22.0, adotando-se o nível de significância de $p \leq 0,05$, sendo os dados apresentados em média e desvio padrão.

5 RESULTADOS

A amostra compôs-se por 54 indivíduos classificados em dois grupos de acordo com o IMC, com NAF semelhante. As características antropométricas e o NAF da amostra estão expostas na Tabela 2. Verifica-se que somente a variável estatura e NAF não apresentaram diferença significativa entre os grupos. Para as demais variáveis, a estatística demonstrou nível de significância $p < 0,001$.

Tabela 2. Características antropométricas e NAF dos indivíduos eutróficos e obesos.

	Eutrófico (n = 25)	Obeso (n = 29)
Massa Corporal (kg)	72,0 ± 7,5	113,0 ± 16,2*
Estatura (m)	1,77 ± 0,05	1,78 ± 0,06
IMC (kg/m²)	22,9 ± 1,9	35,8 ± 4,6*
CC (cm)	79,7 ± 6,3	110,9 ± 10,4*
CP (cm)	38,9 ± 1,4	45,0 ± 3,2*
G (kg)	17,4 ± 4,8	38,5 ± 12,2*
%G	12,8 ± 5,1	44,3 ± 7,1*
MM (kg)	59,2 ± 4,4	69,0 ± 10,6*
%MM	82,6 ± 5,1	61,0 ± 7,9*
Água (L)	43,3 ± 3,2	50,8 ± 7,2*
% Água	60,4 ± 3,78	44,9 ± 5,1*
NAF (passos/dia)	8761 ± 3903	7134 ± 3009

Valores apresentados em média e desvio padrão. IMC = índice de massa corporal; CC = circunferência de cintura; CP = circunferência de pescoço; G = gordura; %G = percentual de gordura; MM = massa magra; %MM = percentual de massa magra; NAF = nível de atividade física.

* $p < 0,001$

Com relação a PA de repouso, aferida na posição sentada, houve diferença significativa na PAS, PAD e PAM, com valores superiores no grupo obeso ($p < 0,001$). Resultado encontrado também para a FC em repouso, onde o grupo obeso novamente exibiu valores maiores ($p < 0,01$). Já os dados da VFC em repouso (RMSSD, SDNN, LF e HF em

valores absolutos e normalizados e LF/HF), estatisticamente não apresentaram diferença (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação entre as variáveis da PA, FC e VFC de repouso entre os grupos eutrófico e obeso. Valores apresentados em média $\pm$ desvio padrão.

	Eutrófico	Obeso
PAS (mmHg)	107,20 $\pm$ 11,16	119,78 $\pm$ 10,31*
PAD (mmHg)	67,72 $\pm$ 5,98	76,67 $\pm$ 9,50*
PAM (mmHg)	76,23 $\pm$ 17,25	91,04 $\pm$ 9,30*
FC (bpm)	70,46 $\pm$ 7,99	80,51 $\pm$ 12,03 [#]
RMSSD (ms)[£]	42,42 $\pm$ 14,32	36,58 $\pm$ 23,63
SDNN (ms)[£]	51,79 $\pm$ 14,14	44,66 $\pm$ 23,10
LF (ms²)[£]	1834,5 $\pm$ 1208,3	1528,7 $\pm$ 1472,5
LF (nu)[£]	71,7 $\pm$ 15,6	71,8 $\pm$ 15,5
HF (ms²)[£]	695,7 $\pm$ 436,5	727,6 $\pm$ 939,3
HF (nu)[£]	28,21 $\pm$ 15,58	28,11 $\pm$ 15,45
LF /HF[£]	7,80 $\pm$ 10,78	7,58 $\pm$ 10,27

FC = frequência cardíaca; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; PAM = pressão arterial média; RMSSD = raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos R-R normais adjacentes; SDNN = desvio padrão de todos os intervalos R-R normais; LF = baixa frequência; HF = alta frequência. £ = índices da VFC de repouso.

*p < 0,001

[#] p < 0,01

A estatística apontou correlação moderada e significativa (p < 0,001) entre as medidas antropométricas IMC, CC, CP e %G com as variáveis hemodinâmicas de repouso PAS, PAD e PAM, sendo a correlação da FC com as medidas antropométricas inferior em relação as demais. Já os índices da VFC de repouso apresentaram correlação fraca e sem significância estatística (p < 0,05) com as medidas antropométricas (Tabela 4).

Houve diferença significativa em T30, no qual os indivíduos eutróficos demonstraram menores valores em relação ao grupo obeso (p < 0,001). Ao que diz respeito ao Δ FC e a cinética da FC (FCmin, Amp e τ), não se verificou diferença significativa entre os

grupos, somente o tempo de duração do teste diferiu entre os mesmos ($p < 0,05$). Os dados de T30, do ΔFC e da cinética off da FC encontram-se na Tabela 5.

Tabela 4. Correlação entre as medidas antropométricas com as variáveis hemodinâmicas e VFC em repouso.

	IMC	%G	CC	CP
PAS	0,57*	0,45*	0,62*	0,62*
PAD	0,48*	0,48*	0,52*	0,55*
PAM	0,57*	0,53*	0,61*	0,65*
FC	0,29 [#]	0,36 [#]	0,35*	0,34 [#]
RMSSD	- 0,18	- 0,24	- 0,25	- 0,25
SDNN	- 0,19	- 0,24	- 0,21	- 0,26
LF	- 0,23	- 0,26	- 0,21	- 0,24
LFnu	- 0,02	0,00	0,03	0,04
HF	- 0,15	- 0,22	- 0,17	- 0,24
HFnu	0,02	0,00	- 0,03	- 0,04
LF /HF	- 0,01	- 0,02	0,02	- 0,05

IMC = índice de massa corporal; CC = circunferência de cintura; CP = circunferência de pescoço; G = gordura; %G = percentual de gordura; MM = massa magra; %MM = percentual de massa magra; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; PAM = pressão arterial média; FC = frequência cardíaca; RMSSD = raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos R-R normais adjacentes; SDNN = desvio padrão de todos os intervalos R-R normais; LF = baixa frequência valores absolutos; LFnu = baixa frequência valores normalizados; HF = alta frequência valores absolutos; HFnu = alta frequência valores normalizados.

* $p < 0,001$

[#] $p < 0,05$

Tabela 5. Comparação dos índices da recuperação da FC entre os grupos eutrófico e obeso. Valores apresentados em média $\pm$ desvio padrão.

	(continua)	
	Eutrófico	Obeso
T30 (s)	368,42 $\pm$ 169,97	459,25 $\pm$ 268,27*
ΔFC (bpm)	33,37 $\pm$ 8,12	29,12 $\pm$ 8,81
FCmáx (bpm)	187,48 $\pm$ 8,58	181,85 $\pm$ 10,37
FCmin (bpm)^E	114,61 $\pm$ 13,82	121,73 $\pm$ 7,24

Tabela 5. Comparação dos índices da recuperação da FC entre os grupos eutrófico e obeso. Valores apresentados em média $\pm$ desvio padrão.

	(conclusão)	
	Eutrófico	Obeso
Amp (bpm)[£]	64,35 $\pm$ 8,76	59,54 $\pm$ 8,57
τ (s)[£]	103,97 $\pm$ 32,70	95,99 $\pm$ 32,94
Tempo do teste (s)	734,85 $\pm$ 123,75	625,18 $\pm$ 141,90 [#]

T30 = constante de tempo da fase rápida de recuperação da FC; Δ FC = diferença entre a FC máxima no teste e a FC após um minuto de recuperação; FCmáx = frequência cardíaca máxima; FCmin = frequência cardíaca mínima após cinco minutos de recuperação; Amp = amplitude; τ = constante tempo; Tempo do teste = duração do teste incremental; £ = variáveis da cinética da FC.

*p < 0,001

[#] p < 0,05

Ao correlacionar as variáveis antropométricas com os índices de recuperação da FC, verificou-se que o índice que representa a fase rápida de recuperação (T30) apresentou baixa correlação com a antropometria, porém o Δ FC se correlacionou de forma moderada e significativa com o IMC e a CP. Com relação aos índices da cinética da FC, o índice FCmin e Amp obtiveram correlação moderada com as variáveis antropométricas, sendo a FCmin correlação positiva e Amp, correlação negativa. O tempo de duração do teste incremental obteve correlação negativa moderada com o IMC, %G e CC, apresentando correlação baixa e sem significância estatística com CP (Tabela 6).

Tabela 6. Correlação das medidas antropométrica com os índices da frequência cardíaca de recuperação

	IMC	%G	CC	CP
T30 (s)	0,16	0,08	0,13	0,07
ΔFC	- 0,36 [#]	- 0,19	- 0,30	- 0,45*
FCmáx	- 0,23	- 0,24	- 0,27	- 0,24
FCmin (bpm)	0,35 [#]	0,31	0,44*	0,41 [#]
Amp (bpm)	- 0,24	- 0,32	- 0,35 [#]	- 0,20
τ (s)	- 0,18	- 0,23	- 0,19	- 0,04
Tempo do teste (s)	- 0,49*	- 0,58*	- 0,54*	- 0,28

IMC = índice de massa corporal; %G = percentual de gordura; CC = circunferência de pescoço; CP = circunferência de pescoço; T30 = constante de tempo da fase rápida de recuperação da FC; Δ FC = diferença entre a FC máxima no teste e a FC após um minuto de recuperação; FCmin = frequência cardíaca mínima após cinco minutos de recuperação; Amp = amplitude; τ = constante tempo; Tempo do teste = duração do teste incremental;

*p < 0,001

[#] p < 0,05

Ao que se refere a capacidade funcional de realização de atividades diárias, o grupo obeso demonstrou resultado inferior nos testes de agilidade ($p < 0,001$), equilíbrio com o pé esquerdo de apoio ($p < 0,05$) e resistência aeróbia ($p < 0,001$), apresentando tendência a diferença para equilíbrio com o pé direito de apoio ($p = 0,06$), onde o grupo obeso obteve desempenho inferior. O teste de força também obteve diferença ($p < 0,05$), entretanto o desempenho foi melhor no grupo obeso. Os dados dos testes de capacidade funcional estão expostos na Tabela 7.

Tabela 7. Comparação dos testes de capacidade funcional entre indivíduos eutróficos e obesos. Valores apresentados em média $\pm$ desvio padrão.

	Eutrófico	Obeso
Agilidade (seg)	25,62 $\pm$ 1,94	29,49 $\pm$ 3,60*
Equilíbrio PD (seg)	20,66 $\pm$ 8,54	15,62 $\pm$ 9,39
Equilíbrio PE (seg)	21,74 $\pm$ 7,86	15,79 $\pm$ 9,67 [#]
Força (rep)	32,85 $\pm$ 6,25	37,43 $\pm$ 10,75 [#]
Resistência (m)	682,75 $\pm$ 89,58	615,42 $\pm$ 54,01*

Equilíbrio PD = equilíbrio com o pé direito de apoio; Equilíbrio PE = equilíbrio com o pé esquerdo de apoio.

* $p < 0,001$.

[#] $p < 0,05$.

6 DISCUSSÃO

Algumas evidências demonstram a relação do excesso de massa corporal com o desbalanço na atividade do sistema autonômico cardíaco, o qual é um fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (CARVALHEIRO, 2008; ROSSI et al, 2015). A proposta do presente estudo foi verificar a possível influência do local de deposição de gordura (geral e central) sobre a função autonômica cardíaca durante o repouso e recuperação pós esforço máximo em homens jovens, assim como a influência das mesmas variáveis sobre as capacidades físicas envolvidas na realização das atividades diárias (equilíbrio, força, resistência aeróbia e agilidade).

Observou-se que a obesidade pode influenciar na PA em repouso, porém, não na modulação autonômica cardíaca em repouso. Entretanto, a retomada vagal em indivíduos obesos após esforço máximo parece ser prejudicada nos momentos iniciais da recuperação. Além disso, verificou-se maior influência da distribuição central de gordura sobre a PA quando comparado à distribuição geral. Ainda, a obesidade parece dificultar a realização das atividades diárias, considerando a menor agilidade, equilíbrio e resistência aeróbia, quando comparado a indivíduos eutróficos.

Para análise da distribuição geral de gordura, utilizou-se o cálculo do IMC e a medida de %G por meio de uma bioimpedância. O IMC apontou que grande parte dos indivíduos do grupo obeso apresentavam obesidade grau II, dado que a média dos valores estava acima de 35 kg/m². Entretanto, como o IMC parece não ser um método confiável para análise de gordura corporal pela falta de discriminação entre tecido muscular e adiposo (MEEUWSEN; HORGAN; ELIA, 2010), optou-se por verificar também o %G. Observou-se uma grande diferença de %G entre os grupos ($p < 0,001$), onde o grupo obeso exibiu valores quase quatro vezes maiores aos do grupo eutrófico.

Em contrapartida, a distribuição central de gordura foi avaliada por meio da medida de CC e CP. De acordo com Fidan-Yaylali et al. (2016), a deposição de gordura na região visceral está relacionada ao maior risco de eventos cardiovasculares. A CC, por apresentar forte correlação com a gordura visceral ($r = 0,739$) (GADEKAR et al., 2018), parece ser um método simples de avaliação de deposição de gordura nesta região. Pontos de cortes propostos pela SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA (2005) indicam que valores iguais ou acima de 94 cm de CC para homens estão relacionados ao risco aumentado de desenvolvimento de DCV, enquanto que valores iguais ou superiores a 102 cm, relacionam-se ao risco muito aumentado. No presente estudo, observou-se que a CC do grupo obeso ($110,89 \pm 10,35$ cm) se

apresenta acima do segundo ponto de corte, indicando, assim, risco muito aumentado.

Outro indicador de gordura visceral analisado foi a CP. Esta medida está associada significativamente ($p < 0,001$) com risco cardiovascular em homens (DANTAS et al., 2015) e apresenta forte correlação com a CC ($r = 0,75$) (BEN-NOUN; LAOR, 2003). E assim como a CC, a CP também possui valores de corte para risco cardiovascular. Conforme já citado, valores acima de 39,6 cm de CP em homens, relacionam-se ao desenvolvimento de DCV (STABE et al., 2013). Pode-se verificar novamente, que o grupo obeso está acima do ponto de corte (obesos = $44,95 \pm 3,23$ cm vs eutróficos = $38,89 \pm 1,41$ cm).

Como mencionado acima, evidências sugerem a relação do aumento da massa corporal com distúrbio na atuação do SNA. Todavia, esta associação parece aumentar quando o depósito de gordura se encontra elevado na região visceral (FIDAN-YAYLALI et al., 2016; HALL et al., 2010).

O SNA atua no coração através de suas duas ramificações, simpática e parassimpática, as quais contribuem para o ajuste da força de contração e do ritmo cardíaco, sendo que possuem ramificações nos nódulos sinoatrial e atrioventricular (ramo parassimpático e simpático), assim como no miocárdio (simpático) (VANDERLEI et al, 2009). Além do mais, o SNA auxilia nos ajustes do diâmetro dos vasos sanguíneos, via atuação do SNS, onde o aumento do tônus simpático gera vasoconstrição (GUYTON; HALL, 2006). O desequilíbrio da atuação destes dois ramos, ou seja, tanto o aumento da atividade simpática em repouso, quanto a redução da parassimpática, pode contribuir para o surgimento de DCV, como a elevação na PA (MANCIA; GRASSI, 2014).

Com relação a PAS, PAD e a PAM dos grupos estudados, o grupo obeso exibiu valores mais altos destes índices. Contudo, ambos os grupos apresentaram valores dentro do normal (PAS < 120 mmHg, PAD < 80 mmHg) (MALACHIAS et al., 2016).

Dengo et al. (2010) verificaram a influência da redução da massa corporal sobre algumas variáveis, como a pressão arterial, em indivíduos idosos sobrepesados e obesos. Ambos os grupos se classificavam como pré-hipertensos (PAS entre 120 e 139 mmHg; PAD entre 80 e 89 mmHg) no momento pré-intervenção. Já no momento pós-intervenção, o grupo sobrepesado reduziu os valores tanto de PAS quanto da PAD, o que não ocorreu no grupo obeso. Deve-se considerar que não houve redução significativa na massa corporal e no IMC no grupo obeso, diferentemente do grupo sobrepeso que demonstrou diferença estatística entre os períodos pré e pós intervenção ($p < 0,05$). Fato que pode demonstrar a influência do IMC sobre a PA. Somado a isso, o presente estudo encontrou correlação positiva moderada entre o IMC e a PAS, PAD e a PAM.

Além do IMC, encontrou-se também correlação positiva moderada entre a PA e o %G, CC e CP. Contudo, as medidas que refletem distribuição central (CP e CC) demonstraram correlação mais forte com PAS, PAD e PAM em relação às medidas de distribuição geral (IMC e %G).

Para verificar a atuação do SNA sobre o coração durante o repouso, utilizou-se a análise da VFC. Não houve diferença estatística nos índices analisados da VFC entre os grupos estudados. Corroborando com os resultados do presente estudo, Rezende (2017) não encontrou diferença na modulação autonômica cardíaca em repouso entre indivíduos eutróficos, sobrepesados e obesos, visualizando diferença significativa entre somente na PA.

Reforçando ainda esses resultados, Koenig et al. (2014) não encontraram diferença nos índices RMSSD, HF e LF entre indivíduos eutróficos e indivíduos com IMC acima de 25 kg/m². Porém, Rossi et al. (2015) visualizaram menores valores nos índices RMSSD e HF em indivíduos obesos, indicando menor atividade parassimpática em indivíduos com IMC acima do ideal. Estas contradições podem estar relacionadas ao posicionamento do avaliado durante a gravação dos intervalos R-R, assim como à janela de análise dos batimentos cardíacos, onde no presente estudo e no estudo de Koenig et al. (2014) os participantes estavam sentados e realizou-se a análise com uma janela de 5min, já no estudo de Rossi et al. (2015), os indivíduos permaneceram na posição supina para gravação dos intervalos R-R e analisou-se o intervalo dos batimentos cardíacos de 25min.

Verificou-se ainda no presente estudo a recuperação da FC por meio do T30, Δ FC e da cinética *off* da FC, métodos não-invasivos também utilizados para investigar o comportamento simpato-vagal no coração (EVANGELISTA PEDRO et al., 2009).

O T30 é um índice que representa a fase rápida da recuperação da FC e reflete exclusivamente a retomada da atividade parassimpática no coração após esforço. Este método de análise da recuperação da FC foi desenvolvido por Imai et al. (1994), com a proposta de avaliar o comportamento vagal, considerando que o atraso na retomada vagal pós esforço encontra-se relacionado com falhas cardíacas.

Para interpretação dos resultados do T30, observa-se que quanto maior o valor deste índice mais lenta a retomada parassimpática e maior o risco de desenvolver DCV (PEÇANHA et al., 2017). No presente estudo houve diferença significativa entre os grupos na variável T30, onde o grupo obeso apresentou maiores valores ($p < 0,001$), demonstrando recuperação mais lenta da FC e, portanto, maior risco de desenvolver DCV.

Contudo, quando verificada a recuperação na fase rápido por meio do Δ FC, não se visualizou diferença entre os grupos. Este índice, Δ FC, foi utilizado por Cole et al. (1999) para

identificar risco cardiovascular. De acordo com estes autores, a recuperação da FC inferior a 12 bpm no primeiro minuto pós-esforço máximo, relaciona-se ao maior risco de eventos cardiovasculares. No presente estudo ambos os grupos apresentaram valores do ΔFC superiores a 12 bpm. Além do mais, observou-se maior associação da CP, indicador de gordura central, com o ΔFC .

Hanifah et al. (2013), não encontrou forte correlação entre as medidas antropométricas IMC, %G e CC com o ΔFC , em adolescentes. Estes dados podem apontar a ação da idade sobre estas variáveis.

Sobre a cinética *off* da FC, realizou-se no presente estudo a análise do intervalo de recuperação de 5 min, o qual avalia além da retomada vagal, a retirada simpática (EVANGELISTA PEDRO et al., 2009). Não houve diferença estatísticas nas variáveis analisadas na cinética *off* da FC entre os grupos, aparentando não haver influência do IMC na fase lenta de recuperação da FC, porém, encontrou-se correlação moderada e significativa na variável FCmin com as medidas relacionadas à deposição central de gordura ($r = 0,44$ e $0,41$, para CC e CP, respectivamente).

Portanto, de acordo com estes resultados, a atividade vagal sobre o coração no período pós esforço máximo mostrou-se reduzida em indivíduos obesos. Todavia, o comportamento do sistema nervoso simpático não demonstrou ser alterado pela obesidade. Verificou-se assim, que somente o T30 foi capaz de discriminar a modulação autonômica entre indivíduos eutróficos e obesos.

Outro fato que parece interferir na modulação autonômica é o NAF. A amostra do presente estudo apresentou NAF semelhante, mensurado por meio do número de passos diários, amenizando o efeito desta variável sobre os resultados. Além do mais, o IMC demonstrou influenciar a capacidade funcional de realização das atividades diárias. Indivíduos com o IMC dentro do ideal possuem melhor equilíbrio, agilidade e resistência aeróbia.

Alguns estudos identificaram o acometimento da capacidade funcional em indivíduos obesos (CASTELLO-SIMÕES et al., 2011; PATAKY et al., 2014). No que se refere ao equilíbrio, Teasdale et al. (2013), através de uma revisão, apontaram que a redução da massa corporal melhoraria a capacidade de se equilibrar. Verificaram ainda que indivíduos obesos com níveis de atividade física diferentes não apresentam diferença no equilíbrio. Estes dados propõem que a alteração da composição corporal influi no equilíbrio independentemente do NAF. Isto contribui com os achados do presente estudo, onde indivíduos obesos apresentaram pior aptidão na capacidade de se equilibrar quando comparados a indivíduos eutróficos, mesmo possuindo semelhante NAF.

Ainda com relação ao equilíbrio, Pataky et al. (2014), sugerem que esta capacidade se relaciona a dificuldade de caminhada em indivíduos obesos, por refletir menor comprimento da passada. Encontrou-se no presente estudo menor desempenho no teste de 6 min, assim como no equilíbrio.

Castello-Simões et al. (2011) verificaram que mulheres após cirurgia bariátrica obtiveram valores significativamente maiores quando comparadas ao momento pré-cirúrgico no teste de 6min, indicando ainda a interferência do IMC sobre a resistência aeróbia. Adicionalmente, a redução na capacidade de caminhada pode ter refletido no teste agilidade, sendo que indivíduos obesos levaram um tempo maior para realizar o mesmo percurso que indivíduos eutróficos. Estes dados sugerem a importância da redução da massa corporal para a melhora de parâmetros da capacidade funcional em indivíduos obesos.

Apenas a variável força muscular de membros superiores apresentou melhores valores para o grupo obeso. Isto pode ser explicado pela alometria, onde um componente biológico, no caso a força, seria influenciado pela proporção do corpo (KÜLKAMP; DIAS; WENTZ, 2009). Corroborando com esta afirmação, o grupo obeso do presente estudo apresentou quantidade relativa de MM superior aos eutróficos ($69,00 \pm 10,57$ vs $59,21 \pm 4,39$ kg, $p < 0,001$)

Contudo este estudo possui algumas limitações. Como encontrou-se correlação significativa entre os índices da FC de recuperação com análise de tempo mais prolongados e a antropometria, sugere-se a realização de estudos onde exista acompanhamento da FC por períodos maiores de recuperação, para verificar a possível influência destas variáveis na modulação autonômica cardíaca. E ainda, apesar do NAF ter sido acompanhado por meio do número de passos por dia, não se sabe ao certo a intensidade da atividade física, variável que poderia induzir alterações nos resultados, sugerindo-se então utilização do acelerômetro.

7 CONCLUSÃO

O aumento da massa corporal em homens no início da vida adulta, parece não influenciar a VFC em repouso e a modulação simpática pós-esforço máximo. Porém, indivíduos obesos apresentam atraso na retomada vagal após esforço máximo e redução da capacidade funcional de equilíbrio, agilidade e resistência. E por fim, medidas relacionadas a deposição central de gordura parecem estar relacionadas aos índices de PA de repouso e FC de recuperação mais fortemente que a distribuição geral de gordura.

REFERÊNCIAS

ABU HANIFAH, R. et al. The Correlates of Body Composition with Heart Rate Recovery after Step Test: An Exploratory Study of Malaysian Adolescents. **PLoS ONE**, v. 8, n. 12, p. e82893, 2013.

AHIMA, R. S. **Metabolic Syndrome**. Filadélfia: Springer Reference, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA (ABESO). Diretrizes brasileiras de obesidade 2016 In: **Obesidade e Sobrepeso: Diagnóstico**. São Paulo - SP, 2016. 4.ed. p. 15-28.

BARROSO, S. G.; ABREU, V. G.; FRANCISCHETTI, E. A. A Participação do Tecido Adiposo Visceral na Gênese da Hipertensão e Doença Cardiovascular Aterogênica: um conceito emergente. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 78, n. 6, p. 618-30, 2002.

BENEDETTI, T. R. B.; MAZO, G. Z.; GONÇALVES, L. H. T. Bateria de testes da AAHPERD: Adaptação para idosos institucionalizados. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 16, n. 1, p. 1–14, 2014.

BEN-NOUN, L.; LAOR, A. Relationship of neck circumference to cardiovascular risk factors. **Obesity Research**, v. 11, n. 2, p. 226–31, 2003.

BORGES, A. L. Medicamentos e Variabilidade Cardíaca. 2012. 46 f. Dissertação – (Mestrado Integrado em Medicina), Universidade de Coimbra, 2012.

BRAVATA, D. M. et al. Using Pedometers to Increase Physical Activity and Improve Health. **American Medical Association**, v. 298, n. 19, p. 2296-304, 2007.

CARVALHEIRA, J. B. C. Hiperatividade Simpática na Obesidade. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**, v. 52, n. 1, p. 6–7, 2008.

CASTELLO, V. et al. Impact of aerobic exercise training on heart rate variability and functional capacity in obese women after gastric bypass surgery. **Obesity Surgery**, v. 21, n. 11, p. 1739–49, 2011.

COLE, C. R. et al. Heart-rate Recovery Immediately after Exercise as a Predictor of Mortality. **The New England Journal of Medicine**, v. 341, n. 18, p. 1351–7, 1999.

COLE, C. R. et al. Heart Rate Recovery after Submaximal Exercise Testing as a Predictor of Mortality in a Cardiovascularly Healthy Cohort. **Annals of Internal Medicine**, v. 132, n. 7, p. 552–5, 2000.

CUNHA, F. A. et al. Parasympathetic Reactivation after Maximal CPET Depends on Exercise Modality and Resting Vagal Activity in Healthy Men. **Springer Plus**, v. 4, 2015.

DANTAS, E. H. M., VALE, R. G. S. Protocolo GDLAM de avaliação da autonomia funcional. **Fitness e Performance Journal**, v. 3, n. 3, p. 175–82, 2004.

DANTAS, E. M. S. et al. Agreement in cardiovascular risk rating based on anthropometric parameters. **Einstein**, v. 13, n. 3, p. 376–80, 2015.

DENGO, A. L. et al. Arterial destiffening with weight loss in overweight and obese middle-aged and older adults. **Hypertension**, v. 55, n. 4, p. 855–61, 2010.

EL AGATY, S. M.; KIRMANI, A.; LABBAN, E. Heart rate variability analysis during immediate recovery from exercise in overweight/obese healthy young adult females. **Annals of Noninvasive Electrocardiology**, p. 1-5, 2016.

ENRIGHT, P. L. e SHERRILL, D. L. Reference Equations for the Six-Minute Walk in Healthy Adults. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 158, p. 1384 – 7, 1998

EVANGELISTA PEDRO, R. et al. Cinética de frequência cardíaca de recuperação: comparações entre diferentes tempos de análise. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v.3 n. 17, p. 493–99, 2009

FARAH, B. Q. et al. Relação entre variabilidade da frequência cardíaca e indicadores de obesidade central e geral em adolescentes obesos normotensos. **Einstein**, v.11, n. 3, p. 285-90, 2013

FIDAN-YAYLALI, G. et al. The Association between Central Adiposity and Autonomic Dysfunction in Obesity. **Medical Principles and Practice**, v. 25, n. 5, p. 442–448, 2016.

FUSTER, J. J. et al. Obesity-Induced Changes in Adipose Tissue Microenvironment and Their Impact on Cardiovascular Disease. **Circulation Research**, v. 118, p. 1786-1807, 2016.

GADEKAR, T. et al. Correlation of visceral body fat with waist–hip ratio, waist circumference and body mass index in healthy adults: A cross sectional study. **Medical Journal Armed Forces India**, p. 1–6, 2018.

GARCIA, J. F. **Análise da Correlação entre a Variabilidade da Frequência Cardíaca e Indicadores Antropométricos de Risco Cardiovascular numa População Feminina Fisicamente Ativa**. 2012, 72 f. Dissertação – (Mestrado Biocinética), Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, 2012.

GLOBAL BURDEN OF DISEASE. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. **The Lancet**, v. 6736, n. 14, p. 1–16, 2014.

GUYTON, A.C.; HALL J.E.— **Tratado de Fisiologia Médica**. Editora Elsevier: Rio de Janeiro, 11º ed., 2006.

HALL, J. E. et al. Obesity-induced hypertension: Role of sympathetic nervous system, leptin, and melanocortins. **Journal of Biological Chemistry**, v. 285, n. 23, p. 17271–6, 2010.

HAMANN, A. Obesity Update 2017. **Diabetologe**, v. 13, n. 5, p. 331–41, 2017.

HERMSDORFF H. H. M.; MONTEIRO J. B. R. Gordura Visceral, Subcutânea ou Intramuscular: Onde Está o Problema? **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 48, n. 6, p. 803-11, 2004.

IMAI, K. et al. Vagally Mediated Heart Rate Recovery After Exercise is accelerated in Athletes but Blunted in Patients with chronic heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 24, n. 6, p. 1529–35, 1994.

JAVORKA, M. et al., *On-* and *off*-responses of Heart Rate to Exercise: Relations to Heart Rate Variability. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 23, n. 1, p. 1–8, 2003.

KIM, J. *et al* Heart rate variability and obesity indices: emphasis on the response to noise and standing. **Journal of the American Board of Family Practice**, v. 18, p. 97-103, 2005.

KOENIG, J. et al. Body mass index is related to autonomic nervous system activity as measured by heart rate variability — A replication using short term measurements. **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, v. 18, n. 3, p. 3–5, 2013.

KÜLKAMP, W; DIAS, J. A; WENTZ, M. D. Percentuais de 1RM e alometria na prescrição de exercícios resistidos. **Motriz**, n. 1999, p. 976–986, 2009.

LEE, C. L.; BLAIR, S. N.; JACKSON, A. S. Cardiorespiratory fitness, body composition, and all-cause and cardiovascular disease mortality in men. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 69, p. 373 – 80, 1999

LINS, T. C. B. Relação entre a Frequência Cardíaca de Recuperação após Teste Ergométrico e Índice de Massa Corpórea. **Revista Portuguesa de Cardiologia**, v. 34, n. 1, p. 27 – 33, 2014.

LOPES, H. F.; EGAN, B. M. Desequilíbrio autonômico e síndrome metabólica: parceiros patológicos em uma pandemia global emergente. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 87, n. 4, p. 538-47, 2005.

MALACHIAS, M. V. B. et al. 7ª Diretriz Brasileira De Hipertensão Arterial. **Arquivos Brasileiro de Cardiologia**, v. 107, n. 3, 2016.

MANCIA, G.; GRASSI, G. The autonomic nervous system and hypertension. **Circulation Research**, v. 114, n. 11, p. 1804–14, 2014.

MEEUWSEN, S.; HORGAN, G. W.; ELIA, M. The relationship between BMI and percent body fat, measured by bioelectrical impedance, in a large adult sample is curvilinear and influenced by age and sex. **Clinical Nutrition**, v. 29, n. 5, p. 560–6, 2010.

NETO, A. S. Efeitos de uma Intervenção com Pedômetro sobre o Risco Metabólico em Crianças Obesas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 22, n. 6, p. 476–9, 2016.

OLIVEIRA, C. Q. **Modulação Autonômica da Frequência Cardíaca em Adolescentes com e sem Obesidade**. 2013. 83 f. Tese – (Doutorado em Ciências da Saúde) Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Nacional da Saúde da Mulher, da Criança e do Adolescente Fernandes Figueira, Rio de Janeiro, 2013.

PATAKY, Z. et al. Effects of obesity on functional capacity. **Obesity**, v. 22, n. 1, p. 56–62, 2014.

PEÇANHA, T. et al. Methods of assessment of the post-exercise cardiac autonomic recovery: A methodological review. **International Journal of Cardiology**, v. 227, p. 795–802, 2017.

PEDERSEN, B. K. Exercise-induced myokines and their role in chronic diseases. **Brain, Behavior, and Immunity**, v. 25, n. 5, p. 811–6, 2011.

PEDERSEN, B. K. Muscle as a Secretory Organ. **Comprehensive Physiology**, v. 3, p. 1337–62, 2013.

PEDERSEN, B. K.; FEBBRAIO, M. A. Muscle as an Endocrine Organ: Focus on Muscle-Derived Interleukin-6. **Physiological Reviews**, v. 88, n. 4, p. 1379–1406, 2008.

PEDRO, R. *et al* Cinética de Frequência Cardíaca de Recuperação: comparações entre diferentes tempos de análise. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 3, n. 17, p. 493 – 9, 2009.

PEREIRA, S. S. Estudo comparativo do tecido adiposo visceral e o subcutâneo entre indivíduos eutróficos e obesos grau III metabolicamente normais. 2014. 83 f. Tese – (Doutorado em Bioquímica), Departamento de Bioquímica e Imunologia, Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

PETERSON, H. R. et al. Body Fat and the Activity of the Autonomic Nervous System. **The New England Journal of Medicine**, v. 318, n. 17, p. 1077–83, 1988.

POULIOT, M.C. et al. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. **American Journal of Cardiology**, v.73, n. 7, p. 460-8, 1994.

REZENDE, D. A. N. Modulação autonômica cardíaca na recuperação ativa pós-teste máximo de esforço, nível de atividade física e aptidão aeróbia em jovens adultos obesos. 2017. 96 f. Dissertação – (Mestrado em Educação Física), Universidade Federal de Mato Grosso, 2017.

RODRIGUES, J. A. L. et al., Caracterização da Variabilidade da Frequência Cardíaca em Indivíduos com Síndrome Metabólica. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 23, n. 3, p. 208–12, 2017

ROQUE, J. M. A. Variabilidade da frequência cardíaca. 2009. 32 f. Plano de estudo - (Graduação em Licenciatura em Educação Física), Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra, 2009.

ROSSI, R. C. et al. Caracterização da Variabilidade da Frequência Cardíaca em Indivíduos com Síndrome Metabólica. **Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical**, v. 193, p. 138–41, 2015.

RUMENIG, E. et al. Cinética e Variabilidade da Frequência Cardíaca Mediante Exercício Físico Predominantemente Aeróbio: Influência da Intensidade e do Tempo de Análise. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 21, n. 3, p. 205–18, 2007.

SAMMITO, S.; BÖCKELMANN, I. Reference values for time- and frequency-domain heart rate variability measures. **Heart Rhythm**, v. 13, n. 6, p. 1309–16, 2016.

SILVEIRA, M. R. et al., Correlação entre Obesidade, Adipocinase Sistema Imunológico, **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desenvolvimento Humano**, v. 11, n. 4, p. 466–74, 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 84, n. suplemento I, p. 4–28, 2005.

STABE, C. Neck Circumference as a Simple Tool for Identifying the Metabolic Syndrome and Insulin Resistance: results from the Brazilian Metabolic Syndrome Study. **Clinical Endocrinology**, v. 78, p. 874–81, 2013.

TEASDALE, N et al. Obesity Alters Balance and Movement Control. **Current Obesity Reports**, v. 2, n. 3, p. 235–240, 2013.

TUDOR-LOCKE, C. et al. How many steps/day are enough? for adults. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 8, n. 1, p. 79-96, 2011.

TUDOR-LOCKE e BASSETT JR., How many steps/day are enough ? Preliminary pedometer indices for public health. **Sports Medicine**, v. 34, n. 1, p. 1–8, 2004.

TURER, A. T. et al. Adipose Tissue Biology and Cardiomyopathy: Translational Implications. **Circulation Research**, v. 111, p. 1565-77, 2012.

VANDERLEI, S. C. M. et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 24, n. 2, p. 205-17, 2009.

VIGITEL. Brasil. Ministério da Saúde. Vigitel Brasil 2016. **Saúde Suplementar: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico** / Ministério da Saúde, Agência Nacional de Saúde Suplementar. – Brasília: Ministério da Saúde, 2017.

VINUTO, J. A Amostragem em Bola de Neve na Pesquisa Qualitativa: Um Debate em Aberto. **Revista Temática**, v. 22, n. 44, p. 203-20, 2014.

ZENG, Q. et al. Percent Body Fat is a Better Predictor of Cardiovascular Risk Factors than Body Mass Index. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 45, n. 7, p. 591–600, 2014.

ANEXOS

ANEXO A – Comprovante de envio do projeto de pesquisa para o comitê de ética

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
PONTA GROSSA - UEPG

**COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: A influência do nível de atividade física habitual sobre a função autonômica cardíaca, capacidade respiratória, capacidade funcional, composição corporal e variáveis sanguíneas em indivíduos obesos

Pesquisador: AMANDA CRISTIANE DE ARAUJO

Versão: 1

CAAE: 62774616.0.0000.0105

Instituição Proponente: Universidade Estadual de Ponta Grossa

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 128494/2016

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

Informamos que o projeto A influência do nível de atividade física habitual sobre a função autonômica cardíaca, capacidade respiratória, capacidade funcional, composição corporal e variáveis sanguíneas em indivíduos obesos que tem como pesquisador responsável AMANDA CRISTIANE DE ARAUJO, foi recebido para análise ética no CEP Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG em 07/12/2016 às 13:51.

ANEXO B – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)**Termo de consentimento livre e esclarecido****Título da pesquisa:**

“A INFLUÊNCIA DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA HABITUAL SOBRE A FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA, CAPACIDADE RESPIRATÓRIA, CAPACIDADE FUNCIONAL, COMPOSIÇÃO CORPORAL E VARIÁVEIS SANGUÍNEAS EM INDIVÍDUOS OBESOS”

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa **“A INFLUÊNCIA DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA HABITUAL SOBRE A FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA, CAPACIDADE RESPIRATÓRIA, CAPACIDADE FUNCIONAL, COMPOSIÇÃO CORPORAL E VARIÁVEIS SANGUÍNEAS EM INDIVÍDUOS OBESOS”**, realizada em **“Laboratório de Avaliação Física, Saúde e Esporte (Lafise) e Laboratório de Análises Clínicas da Universidade Estadual de Ponta Grossa”**.

O objetivo da pesquisa é verificar como a atividade física que você faz todo dia influencia o funcionamento de seu coração e do seu pulmão, no quanto você tem de gordura e músculo no seu corpo, na capacidade de fazer as atividades diárias e como está seu sangue. A sua participação é muito importante e ela se daria da seguinte forma: você utilizará um aparelho para medir número de passos (pedômetro) e será submetido a algumas avaliações. Em uma primeira visita instruiremos a você a forma de utilizar o pedômetro o qual deverá ser feito o dia todo durante uma semana. Também será medido o seu peso, sua altura e o tamanho da sua cintura, assim como a quantidade de gordura e músculo no seu corpo com um aparelho que não causa nenhum desconforto ou dor. Será realizado, em dias diferentes, dois testes de caminhada/corrida em esteira parecida com as de academia para avaliar como seu coração e pulmão reagem com a atividade física. Serão realizados também testes para analisar a sua capacidade de realizar as atividades do cotidiano. Estes testes consistem em caminhar levantar-se da cadeira e realizar um pequeno percurso retornando ao ponto inicial, caminhar aproximadamente 800m o mais rápido que conseguir, levantar um peso de 4kg com um braço e permanecer apoiado em um pé só durante 30s. Você também será encaminhado ao

Laboratório de Análises Clínicas da Universidade Estadual de Ponta Grossa, para realização de coleta de sangue.

Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer problema ou prejuízo à sua pessoa. Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade.

Os benefícios esperados são: **orientação sobre a importância de ter um estilo de vida saudável; - uma melhor orientação de como realizar atividades físicas e também a indicação dos melhores atividades para o senhor(a) realizar; - possibilitar novos conhecimentos na área da atividade física e saúde coletiva, sobre os benefícios da atividade física e como ela influencia na quantidade de gordura e músculo no corpo, no funcionamento do coração e do pulmão e na capacidade de realizar as tarefas diárias em pessoas consideradas acima do peso para sua idade e altura.**

Dentre os possíveis riscos e desconfortos do teste de caminhada/corrida **estão náuseas, vômitos e enjoos**. Entretanto, menos de 1% da população apresenta desconforto extremo durante este tipo de teste. Recomendamos a você que faça o teste, aproximadamente 2 horas depois das refeições grandes como o almoço para diminuir os riscos de desconforto. Ao sinal de qualquer sintoma de desconforto, durante qualquer fase do estudo, os procedimentos serão interrompidos.

Os pesquisadores que serão responsáveis pelo estudo estarão a disposição, agora ou durante os testes, para qualquer eventual dúvida sobre os procedimentos, riscos e benefícios proporcionados pelo estudo.

Caso ocorra a necessidade de atendimento médico, você será encaminhado e acompanhado pelos responsáveis pelo estudo para atendimento ou no Ambulatório Universitário ou para o Hospital Universitário.

Informamos que o senhor não pagará nem receberá dinheiro por sua participação.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode nos contatar **os pesquisadores, Amanda Cristiane de Araújo, R. Leopoldo Fróes, nº 95, Ap 15 – Uvaranas, (42) 9830-2828, amanda.cristiane@outlook.com; Prof. Dr. Nilo Massaru Okuno, R. Leopoldo Fróes, no 95, Ap 12 – Uvaranas, (42) 9990-7606, nilookuno@yahoo.com.br**, ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Ponta Grossa, na Avenida General Carlos Cavalcanti, nº 4748, ou no telefone (42) 3220-

3108. Este termo será preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada entregue a você.

Ponta Grossa, ____ de _____ de 20__.

Amanda Cristiane de Araújo (Pesquisadora Responsável)

RG: 11.016.757-1

Prof. Dr. Nilo Massaru Okuno

RG: 8.357.196-9

_____ (nome por extenso do sujeito de pesquisa),
portador do CPF ou RG _____ e com telefone para contato número
_____ tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da
pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: _____

ANEXO C – Protocolo do teste incremental (Protocolo de Balke Modificado)

Estágio	Velocidade (km/h)	Inclinação (%)
1	3,2	0
2	4,8	0
3	6,4	0
4	6,4	2
5	6,4	4
6	6,4	6
7	6,4	8
...	...	...