



FCDEF FACULDADE DE CIÊNCIAS DO
DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE A VARIABILIDADE DA
FREQUÊNCIA CARDÍACA E INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS
DE RISCO CARDIOVASCULAR NUMA POPULAÇÃO FEMININA
FISICAMENTE ATIVA.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra com vista à obtenção do grau de mestre em Biocinética.

Orientadora: Doutora Paula Cristina Vaz Bernardo Tavares

Co-orientador: Doutor Carlos Alberto Fontes Ribeiro.

Jéssica Fernanda Garcia

COIMBRA

2012

“ Cada um de nós compõe a sua história
e cada ser em si carrega o dom de ser capaz e ser feliz ... “

(Almir Sater)

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo Dom da Vida.

À Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física Da Universidade de Coimbra, pela oportunidade e realização do presente estudo.

Aos professores, Doutora Paula Cristina Vaz Bernardo Tavares e Doutor Carlos Alberto Fontes Ribeiro, pela orientação.

Ao diretor Doutor António Figueiredo pela dedicação com os alunos e Faculdade.

Aos meus colegas de mestrado, por terem partilhado momentos de experiência profissional.

A minha família, em especial minha mãe Luzia por acreditar em mim e me fazer superar a distância para a realização de um sonho.

LISTA DE ABREVIATURAS

OMS - Organização Mundial de Saúde

ACSM - American College Sport Medicine

RCA - Relação Cintura/Anca

CC - Composição Corporal

PC - Perímetro da Cintura

IMC - Índice Massa Corporal

VFC - Variabilidade Frequência Cardíaca

DEXA - Absortometria Radiológica de Dupla Energia

RZ - Resistência

XC - Reatância

Z - Impedância

PhA - Ângulo de Fase

TBW - Água Corporal Total

ECW - Quantidade de Água Extracelular

ICW - Quantidade de Água Intracelular

FFM - Massa Livre de Gordura

BIA - Bioimpedância

BF - Massa de Gordura Corporal

BCM - Massa de Células Corporal

SDNN - Desvio padrão de todos os intervalos RR normais

SDNNi - Média dos desvios padrão dos intervalos RR, calculados em intervalos de cinco minutos

SDANN- Desvio padrão da médias dos intervalos RR no intervalo de cinco minutos

RMSSD- Raiz quadrada da soma das diferenças sucessivas entre intervalos RR normais adjacentes ao quadrado

PNN50 - Percentagem da diferença de intervalos RR adjacentes que excedam 50 milissegundos

HF - Alta Frequência

LF - Baixa Frequência

LF/HF - Rácio baixa e alta frequência

RR - Intervalos entre batimentos

VLF - Frequências muito baixas

IMC - Índice de Massa Corporal

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ginoide (Feminino) e Androide (Masculino).....	26
Figura 2. Representação do funcionamento autónomo cardíaco e identificação com os registros do ECG (Retirada de Guidelines Kubios HRV Version 2.0. Outubro, 2008.	30

LISTA DE EQUAÇÃO

Equação 1. Cálculo do RCA	26
Equação 2. Fórmula para estimar o valor da FCmáx.....	45
Equação 3. Fórmula para determinar 80% da FCmáx.....	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão da Massa Corporal dos grupos Não-obesas e Obesas. Diferença Significativa * $p < 0,05$ / $p = 0,009$.	47
Gráfico 2. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão da estatura dos grupos Não-obesas e Obesas.	48
Gráfico 3. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão da idade dos grupos Não-obesas e Obesas. Diferença Significativa * $p < 0,05$ / $p = 0,009$.	48
Gráfico 4. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão do perímetro da cintura dos grupos Não-obesas e Obesas. Diferença Significativa * $p < 0,05$ / $p = 0,009$.	49
Gráfico 5. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão do perímetro da anca dos grupos Não-obesas e Obesas. Diferença Significativa * $p < 0,05$ / $p = 0,002$.	50
Gráfico 6. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão da massa gorda dos grupos Não-obesas e Obesas. Diferença Significativa * $p < 0,05$ / $p = 0,002$.	51
Gráfico 7. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão do IMC dos grupos Não-obesas e Obesas. Diferença Significativa * $p < 0,05$ / $p = 0,002$.	52
Gráfico 8. Representação Gráfica comparando todos os índices para caracterização da amostra. * $p < 0,05$	52
Gráfico 9. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão da Frequência Cardíaca do grupo Não-obesas.	53
Gráfico 10. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão da Frequência Cardíaca do grupo Obesas.	54
Gráfico 11. Representação gráfica dos valores médios e Desvio padrão dos valores da Frequência Cardíaca para os grupos Não-Obesas e Obesas. Diferença significativa * $p < 0,05$ / $FC_{máx.} p = 0,009$.	55
Gráfico 12. Representação gráfica das Médias e Desvio Padrão dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para recuperação ativa ao primeiro minuto para o grupo Não-Obesas.	56
Gráfico 14. Representação gráfica das Médias e Desvio Padrão dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para recuperação ativa ao primeiro minuto para o grupo Obesas.	57
Gráfico 15. Representação Gráfica dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para o primeiro minuto de recuperação ativa.	57

Gráfico 13. Representação gráfica das Médias e Desvio Padrão dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para recuperação passiva aos vinte minutos para o grupo Não-Obesas. 58

Gráfico 16. Representação Gráfica dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para os vinte minutos de recuperação passiva. 60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Índices Estatísticos no Domínio Tempo.	33
Tabela 2. Índices Estatísticos no Domínio Frequência.	34
Tabela 3. Tabela das Médias e Desvio padrão da Massa Corporal dos grupos Não-Obesas e Obesas.	47
Tabela 4. Tabela das Médias e Desvio padrão da estatura dos grupos Não-Obesas e Obesas.	47
Tabela 5. Tabela das médias e Desvio padrão da idade dos grupos Não-Obesas e Obesas.	48
Tabela 6. Tabela das Médias e Desvio padrão do perímetro da cintura dos grupos Não-Obesas e Obesas.	49
Tabela 7. Tabela das Médias e Desvio padrão do Perímetro da Anca dos grupos Não-Obesas e Obesas.	49
Tabela 8. Tabela das Médias e Desvio padrão da Massa Gorda dos grupos Não-Obesas e Obesas.	50
Tabela 9. Tabela das Médias e Desvio padrão do IMC dos grupos Não-Obesas e Obesas.	51
Tabela 10. Tabela das Médias e Desvio padrão dos valores da Frequência Cardíaca para o grupo Não-Obesas.....	53
Tabela 11. Tabela das médias e Desvio padrão dos valores da Frequência Cardíaca para o grupo Obesas.	54
Tabela 12. Tabela das Médias e Desvio Padrão dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para recuperação ativa ao primeiro minuto para o grupo Não-Obesas.	55
Tabela 14. Tabela das Médias e Desvio Padrão dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para recuperação ativa ao primeiro minuto para o grupo Obesas.	56
Tabela 13. Tabela das Médias e Desvio Padrão dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para recuperação passiva aos vinte minutos para o grupo Não-Obesas. .	58
Tabela 15. Tabela das Médias e Desvio Padrão dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para recuperação passiva aos vinte minutos para o grupo Obesas.	59

INTRODUÇÃO.....	18
CAPÍTULO 1.....	22
REVISÃO DE LITERATURA.....	22
1.1 Antropometria	23
1.1.1 As medidas antropométricas como preditor de saúde e doença em humanos	23
1.2 Perímetro da Cintura.....	25
1.3 Relação Cintura/Anca	25
1.4 Bioimpedância	27
1.5 Frequência Cardíaca	28
1.5.1 Ciclo Cardíaco	28
1.6 Variabilidade da Frequência Cardíaca e Risco Cardiovascular	28
1.7 Parâmetros de Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca	33
1.8 Ação Farmacológica de alguns Fármacos no Sistema Simpático e Parassimpático	34
1.9 Recuperação da Frequência Cardíaca pós Exercício Físico.	35
1.9.1 Recuperação ao Primeiro Minuto.....	36
1.10 Associações entre variabilidade da frequência cardíaca, exercício físico e composição corporal e antropometria.....	36
1.11 Procedimentos do sinal e correção do registro do intervalo RR	38
CAPÍTULO 2.....	39
OBJETIVOS.....	39
2.1 Objetivos Gerais	40
2.2 Objetivos Específicos.....	40
CAPÍTULO 3.....	41
METODOLOGIA	41
3.1 Características da amostra	42
3.2 Dados antropométricos e composição corporal	42
3.2.1 Estatura.....	42

3.2.2 Massa corporal	42
3.2.3 Perímetros Cintura e Perímetro Anca	43
3.3 Bioimpedância	43
3.4 Procedimento para aplicação do teste	43
3.5 Protocolo do Teste submáximo.....	44
3.6 Análise da Frequência Cardíaca.....	44
3.6.1 Frequência Cardíaca do Teste.....	44
3.7 Análise e tratamento dos dados.....	45
CAPÍTULO 4.....	46
RESULTADOS.....	46
4.1 Caracterização da Amostra.....	47
4.1.1 Massa Corporal.....	47
4.1.2 Estatura.....	47
4.1.3 Idade.....	48
4.1.4. Perímetro Cintura.....	49
4.1.5 Perímetro Anca	49
4.1.6 Massa de Gordura Corporal Total.....	50
4.1.7 Índice de Massa Corporal (IMC)	51
4.1.8 Comparação dos resultados dos grupos Não-Obesas e Obesas dos parâmetros utilizados para caracterização da amostra.....	52
4.2 Frequência Cardíaca	53
4.2.1 Frequência Cardíaca Grupo Não-Obesas.....	53
4.2.2 Frequência Cardíaca Grupo Obesas	53
4.2.3 Comparação da Frequência Cardíaca para os grupos Não-Obesas e Obesas	54
4.3 Parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca.....	55
4.3.1 Parâmetro da Variabilidade da Frequência Cardíaca ao primeiro minuto para o grupo Não-Obesas.....	55

4.3.2 Parâmetro da Variabilidade da Frequência Cardíaca ao primeiro minuto para grupo Obesas	56
4.3.3 Comparação dos Parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para os grupos Não-Obesas e Obesas	57
4.3.3 Parâmetro da Variabilidade da Frequência Cardíaca aos vinte minutos para o grupo Não-Obesas	58
4.3.2 Parâmetro da Variabilidade da Frequência Cardíaca aos vinte minutos para o grupo Obesas	58
4.3.3 Comparação dos Parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para os grupos Não-Obesas e Obesas	59
CAPÍTULO 5	61
DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	61
5.1 Medidas antropométricas	62
5.2 Frequência Cardíaca	62
5.3 Variabilidade da Frequência Cardíaca	62
CAPÍTULO 6	64
CONCLUSÃO	64
6.1 Recomendação para futuros estudos	65
CAPÍTULO 7	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

INTRODUÇÃO: Sabe-se que o sistema nervoso autônomo desempenha um importante papel, sendo crucial para que o sistema cardiovascular tenha um bom funcionamento. A variabilidade da frequência cardíaca quando submetida a um determinado esforço ou em um programa de exercício físico, tem vindo assumir um caráter promissor na detecção do risco associado a alterações do funcionamento cardiovascular. Na atualidade, é consensual que obesidade tem uma forte relação associada no desenvolvimento do risco cardiovascular em seres humanos, uma vez que gordura intra-abdominal pode estar relacionada também com risco cardiovascular.

OBJETIVOS: Sendo a variabilidade da frequência cardíaca um parâmetro não invasivo que avalia o funcionamento do sistema nervoso autônomo, o presente estudo correlacionou as alterações no sistema nervoso simpático e parassimpático em dois grupos de mulheres divididos em obesas e não obesas, analisando a frequência cardíaca ao primeiro minuto de recuperação ativa e aos vinte minutos de recuperação passiva e recorrendo a variabilidade da frequência cardíaca em esforço, sendo utilizados os parâmetros SDNN, RMSSD, HF, LF e rácio LF/HF.

MÉTODOS: Participaram do estudo 12 voluntárias do sexo feminino, (divididas em dois grupos obesas e não obesas) submetidas a um teste realizado em tapete rolante com velocidade progressiva até atingir 80% da FC_{máx}, e foi comparado a frequência cardíaca em vários momentos do protocolo como: frequência cardíaca de repouso, FC_{máx}, recuperação ativa ao primeiro minuto e recuperação passiva de vinte minutos e também analisados os parâmetros SDNN, RMSSD, LF, HF e rácio LF/HF. Para análise da variabilidade da frequência cardíaca foi utilizado um cardiófrequencímetro S810.

RESULTADOS: Os resultados sugerem que quando divididos os grupos em obesas e não obesas, as medidas antropométricas como: perímetro da cintura, perímetro da anca, massa corporal, Índice de massa corporal e percentagem de massa gorda, o grupo das obesas obteve um valor maior. Já para a frequência cardíaca analisada ao primeiro minuto de recuperação ativa e aos vinte minutos de recuperação passiva, os resultados sugerem que não há diferenças entre os grupos, sendo alcançados ao final dos vinte minutos um valor de frequência cardíaca muito perto da frequência cardíaca de repouso para os dois grupos. Quando analisados os grupos nos parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca SDNN1, RMSSD1, HF1, LF1, LF/HF1, não houve diferenças, obtendo maior variabilidade neste momento do protocolo o parâmetro LF1. Para os parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca SDNN20, RMSSD20, HF20, LF20 e LF/HF20 também não houve diferenças, mas quando analisadas as médias foi notável que para o grupo das Não-Obesas ocorreu um melhor funcionamento do sistema nervoso parassimpático, fator este, determinante para predição do risco cardiovascular.

CONCLUSÕES: Analisados os grupos obesas e não obesas com objetivo de relacionar às influências do sistema nervoso autônomo, como uma medida não invasiva e que

pode ser utilizada para identificar fenômenos relacionados ao sistema nervoso simpático e parassimpático, concluímos que para o grupo obesas, os valores nas medidas antropométricas e percentual de massa gorda foram maiores. Para a frequência cardíaca tanto analisada ao primeiro minuto de recuperação ativa e aos vinte minutos de recuperação passiva os grupos se comportaram de maneira muito parecida, concluindo que os parâmetros utilizados para determinar a caracterização da amostra em obesas e não-obesas não determinam possíveis diferenças na frequência cardíaca quando colocada em esforço realizado em tapete rolante até as voluntárias atingirem 80% da FC_{máx}. Para os parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca SDNN, RMSSD, HF, LF, HF/LF analisados ao primeiro minuto de recuperação ativa os grupos se comportaram de maneira muito parecida, já para os mesmos parâmetros analisados aos vinte minutos de recuperação passiva, nota-se um melhor funcionamento do sistema nervoso parassimpático para o grupo não-obesas, que por sua vez determina um risco cardiovascular diminuído.

PALAVRAS-CHAVE: relação cintura/anca, perímetro da cintura, variabilidade da frequência cardíaca, exercício físico aeróbio, risco cardiovascular.

INTRODUCTION: It is known that the nervous system plays an important role, being crucial to the cardiovascular system to have a smooth operation. The heart rate variability subject to a particular stress when subjected to a specific stress or into a physical exercise program comes to a promising character about detecting the risk associated with changes in cardiovascular function. Nowadays, there is consensus that the obesity has a close relationship associated with the human cardiovascular risk, mainly about the intra-abdominal fat may also be related to this risk. **OBJECTIVES:** Being the heart rate variability a parameter that measures the functioning of the autonomic nervous system, this study is correlated about the changes in sympathetic and parasympathetic nervous system in two women groups apart into obese and non-obese, analyzing the heart rate in the first active recovery minute and twenty passive recovery minutes, also using the heart rate variability in effort and the parameters SDNN, RMSSD, HF, LF and ratio LF/HF. **METHODS:** This study included twelve female volunteers (divided into two obese and non-obese groups) subjected to a test performed on a treadmill with a increasing speed until it reaches 80% of maximum heart rate, it was compared in many step times like: the heart resting time, HRmax, the first active recovery minute and twenty passive recovery minutes, also analyzed the parameters SDNN, RMSSD, LF, HF and ratio LF/HF. About the heart rate variability's analysis was used a heart rate monitor S810. **RESULTS:** The results suggest that when detached groups into obese and non-obese, the anthropometric measurements such as: waist circumference, hip circumference, body bulk, body bulk index and fat bulk percentage, the obese group obtained a higher value. About the firsts active recovery heart rate minutes and the twenty passive recovery minutes the results suggest that there are no differences between the groups being achieved at the end of the twenty minutes, this value is very close to the resting heart rate of both groups. When analyzed the groups into the parameters of variability heart rate SDNN1, RMSSD1, HF1, LF1, LF/HF1, there were no differences, obtaining this time a greater variability in protocol the parameter LF1. Also there is no difference about the variability heart rate parameters SDNN20, RMSSD20, HF20, LF20 and LF/HF20, but when analyzed the non-obese group was noticed that the averages works better the parasympathetic nervous system, this outcome, determines a cardiovascular risk prediction. **CONCLUSION:** Taken the obese and the non-obese groups in order to relate the autonomic nervous system influences, as a non-invasive and can be used to identify phenomena related to the sympathetic and parasympathetic nervous system, to accomplish that to the obese group the values anthropometric measurements and fat bulk percent were higher. About the heart rate analysis, the results shown that the first active recovery minute and the twenty passive recovery minutes the groups behaved very similar, implying that the parameters used to determine the sample characterization about obese and

non-obese does not determine possible differences in heart rate when placed in effort made in the voluntary treadmill until they reach HRmax 80%. And about the parameters of variability heart rate SDNN, RMSSD, HF, LF, HF/LF analyzed the first active recovery minute the groups behaved the similar way, but for the same parameters analyzed twenty passive recovery minutes there a better parasympathetic nervous system functioning to the non-obese group, which in turn determines a decreased cardiovascular risk.

KEYWORDS: hip to waist ratio, waist circumference, heart rate variability, aerobic exercise, cardiovascular risk.

INTRODUÇÃO

Recentemente foi sugerido que a relação cintura/anca (RCA) e perímetro da cintura constituem bom preditor nos indivíduos em risco para doença cardiovascular (Kragelund *et al.*, 2005). Tendo em conta que a gordura intra-abdominal e a relação RCA pode ser uma situação de doenças cardiovasculares, existe a necessidade de avaliar o impacto dessas associações com o sistema cardíaco e assim tentar averiguar o risco cardiovascular causado pelo mesmo (Acthen, J. & Jeukendrup, 2003). Atualmente sabe-se que o tecido adiposo não representa apenas o maior reservatório de energia no organismo, mas também um órgão com múltiplas funções e, dependendo dos locais nos quais há depósito de gordura, diferentes respostas biológicas são observadas (Hermsdorff *et al.*, 2004).

Apesar de considerarmos que existe uma grande especialização fisiológica do tecido adiposo assumindo funções importantes no organismo, é consensual que seu acúmulo no organismo em grandes proporções é maléfico para a saúde do indivíduo (Valdez, Seidell, Ahn & Weiss, 2003; (Acthen, J.; Jeukendrup, 2003). Muitos estudos na atualidade têm sido focados nas diferentes formas de mensuração da gordura corporal, os riscos que o seu acúmulo pode trazer para o ser humano, e quais são as formas mais eficazes para promover sua perda ou retirada do organismo (Heyward VH, Stolarczyk, 2000).

A avaliação antropométrica destaca-se como um conjunto de técnicas usualmente utilizadas para mensurar os padrões de corpulência, crescimento, desenvolvimento e ainda, para estimar a gordura corporal em humanos. É um método não invasivo, que pode ser aplicado quer em laboratório, quer no terreno e apresenta certa praticidade na aplicação em amostras numerosas. (Lohman, 1988; Lohman, 1992). Existe uma vasta gama de técnicas para a análise da composição corporal que se dividem em procedimentos de determinação direta, indireta e duplamente indireta (Mello *et al.*, 2005).

Os procedimentos de determinação direta são aqueles em que o avaliador obtém informações *in vitro* dos diferentes tecidos do corpo mediante dissecação macroscópica ou extração lipídica. Apesar da elevada precisão, este procedimento implica incisões no corpo, o que limita sua utilização a laboratórios extremamente sofisticados e em cadáveres de humanos. Portanto, embora os procedimentos de determinação direta dos componentes associados à composição corporal sejam importantes por oferecer suporte teórico às demais técnicas de medida, são os procedimentos indiretos e duplamente indiretos que possibilitam analisar os componentes de gordura e de massa magra ou isenta de gordura (Lohman, 1992).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda fortemente o uso das técnicas de medida antropométrica simples para a monitorização dos fatores de risco de doenças metabólicas e crônicas da população. Para esta organização é de fundamental importância, a condução de estudos nas análises das associações dos parâmetros antropométricos (nomeadamente a relação cintura/anca, peso corporal, altura, perímetro da cintura e da anca), com os parâmetros de risco de doenças cardiovasculares, como a hipertensão arterial e a diabetes tipo II (Barreto *et al.*, 2005).

Recentemente o Colégio Americano de Medicina Desportiva (ACSM) reforçou suas diretrizes assumindo que o aumento da deposição de gordura abdominal na população pode fornecer um indicador sensível dos problemas de saúde pública, devido sua capacidade preditora que tem a relação cintura/anca e perímetro da cintura para avaliar os riscos de doenças metabólicas (ACSM, 2009). No entanto, muitos pesquisadores conduzem suas pesquisas na tentativa de buscar novos valores que sejam mais específicos, uma vez que os resultados de estudos de diferentes países podem gerar valores que dizem respeito somente àquela realidade (Soar, Vasconcelos & Assis, 2004).

Esta preocupação atribuída à mensuração da gordura corporal está relacionada com o padrão de distribuição da gordura corporal. Este padrão apresenta diferenças entre sexo e os homens são tidos como uma maior população de risco cardiovascular, uma vez que possuem a tendência em acumular mais gordura na região abdominal (Fonseca, Takada, Alonso-Vale & Lima, 2006). Isto se justifica em razão das correlações entre complicações para a saúde decorrentes de disfunções metabólicas e cardiovasculares e um maior acúmulo de gordura na região central do corpo, mas que está independentemente da idade e da quantidade total de gordura corporal (Klaus, 2004; Wajchenberg, 2002).

Existem fortes evidências de que o exercício físico possui um efeito protetor, diminuindo os riscos de adquirir determinadas doenças à medida que o tempo da prática aumenta, bem como de combater a proliferação das doenças associadas ao acúmulo de gordura corporal, nomeadamente a hipertensão e a diabetes tipo II (Negrão, Trombetta, Tinucci & Cláudia, 2000). A tendência de que o sexo feminino tem comportamentos mais sedentários que os homens percorre todas as faixas etárias e ainda culmina em uma população idosa feminina predominantemente sedentária, com altos valores para o sexo feminino (Duarte, Lebrão, Santos & Laurenti, 2008)

De fato, muitos autores colocam que os fatores de riscos cardiovasculares como, excesso de massa de gordura corporal, hiperglicemia, hipersinsulinemia, pressão arterial e dislipidemias estão fortemente associados com a redução da variabilidade da frequência

cardíaca (Schroeder *et. al*, 2005). A redução do tônus vagal cardíaco, que poderá ser causado pelo excesso de gordura corporal, está associada à disfunção autonômica cardíaca, doenças crônicas degenerativas e eventos cardíacos isquêmicos em indivíduos normais. E esta redução da VFC representa um importante indicador de alteração da regulação autonômica e mesmo da saúde de um indivíduo (Wajchenberg, 2002).

Verifica-se também, que o equilíbrio entre as atividades que regulam a frequência cardíaca (simpática e parassimpática) apresentam grande significado em diversas condições clínicas e funcionais, e pode ser determinante para as manifestações cardiovasculares, o que justifica sua avaliação clínica (Levy MN *et al.*, 1990). Por isto, muitos autores debruçam suas investigações tentando mostrar as influências da obesidade e as possíveis alterações causadas na modulação autônoma cardíaca (Scheeret *al.*, 2010).

Estudos recentes, que tomam por base a avaliação da VFC, são conduzidos em diferentes faixas etárias, pois esta técnica tem-se apresentado como uma valiosa ferramenta na mensuração do comportamento cardíaco, pois possui baixa invasividade e é tida como um parâmetro valioso no despiste e acompanhamento de complicações cardiovasculares (Fronchetti *et. al*, 2007).

A VFC tem sido amplamente estudada em condições diversas, associadas ao exercício físico, ao repouso e à sua relação com problemas de ordem cardiovascular (Nakamura, Aguir, Fronchetti & Aguir, 2005). Por esta razão, uma das formas de estudar o comportamento cardíaco através da VFC implica em submeter os indivíduos de diferentes faixas etárias às condições de prática de exercício físico em ambientes laboratoriais (Gallo *et al*, 1995). Estudos recentes demonstraram fortes associações da VFC com alguns indicadores de aptidão aeróbia, além da sua sensibilidade a efeitos de um treinamento em diferentes níveis de intensidade (Fronchetti, Nakamura, Aguiar & De-Oliveira, 2006; Nakamura *et al*, 2005; Jason *et al.*, 2009).

Nestas circunstâncias, estabelecemos como objetivos do presente estudo, proceder a uma análise dos parâmetros antropométricos que representam indicadores de obesidade (relação cintura/anca e perímetro da cintura) e a variabilidade da frequência cardíaca como fator preditor de risco cardiovascular em mulheres adultas ativas. Um grupo de voluntárias do sexo feminino foi submetido a um protocolo de avaliação em tapete rolante com velocidade crescente, com objetivo de avaliar a resposta da VFC ao exercício aeróbico e sua recuperação ao primeiro e quatro minutos de recuperação ativa e após cinco minutos de recuperação passiva.

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Antropometria

A simplicidade de suas medidas por meio de fitas métricas, antropômetros, relativa facilidade de seus procedimentos quando da utilização em condições de estudo de campo, de laboratório e de levantamentos em grande número de sujeitos, elegeram-na como a técnica de maior aplicabilidade em nosso meio, encorajando cada vez mais um número maior de avaliadores a recorrerem aos seus procedimentos (Guedes, 1994)

1.1.1 As medidas antropométricas como preditor de saúde e doença em humanos

Em 1947, o médico francês Jean Vague foi o pioneiro em descrever que a concentração de gordura na região abdominal estava relacionada ao risco cardiovascular. Diversos estudos publicados na última década confirmaram a importância da distribuição da gordura corporal na etiologia dos desarranjos metabólicos. (Bjorntorp P *et al.*,2007). Por isto, são muitas as pesquisas que na atualidade, possuem o seu foco nas diferentes formas de mensuração da gordura corporal, nos riscos que o seu acúmulo pode trazer para o ser humano, e sobre quais são as formas mais eficazes para promover sua perda ou retirada do organismo (Heyward & Stolarczyk, 2000).

Neste sentido, designamos de composição corporal (CC), as técnicas utilizadas para quantificação dos principais componentes estruturais do corpo humano, sendo eles: músculo, osso e gordura (McArdle; Katch & Katch, 2008). A informação relacionada com a composição corporal tem vindo a acumular-se rapidamente sendo já considerada mais um ramo da biologia humana (Silva & Sardinha, 2008). Os métodos existentes para sua mensuração, tornam a avaliação da composição corporal um campo de investigação promissor, e que essencialmente procura soluções e alternativas para validar e desenvolver métodos simples e baixo custo operacional, que apresente validade científica em seus resultados (Brodie & Stewart, 1999).

A utilização de estudos sobre os parâmetros da composição corporal justifica-se, na medida em que, para o desenvolvimento de avaliações mais criteriosas sobre os efeitos de qualquer tipo de programa de atividade motora (acompanhado ou não de dietas alimentares), torna-se necessário o fracionamento do peso corporal em seus diferentes componentes (Guedes, 1994; Heyward & Stolarczyk, 1996). Existe uma vasta gama de técnicas para a análise da CC e estas se dividem em: procedimentos de determinação direta, indireta e duplamente indireta (Mello *et.al*, 2005). E os valores obtidos através destas medidas antropométricas podem ser utilizados tanto se considerarmos o seu valor absoluto (estatura, massa corporal), como também em equações de predição dos diferentes componentes corporais ou em índices corporais (Guedes, 2006; Sardinha *et. al* 1998).

Portanto, embora os procedimentos de determinação direta dos componentes associados à composição corporal sejam importantes por oferecer suporte teórico às demais técnicas de medida, são os procedimentos indiretos e duplamente indiretos que possibilitam analisar os componentes de gordura e de massa magra ou isenta de gordura de não invasiva (Dempster & Aitkens, 1995).

Os métodos duplamente indiretos estão geralmente relacionados às medidas antropométricas: massa corporal, estatura, circunferências, diâmetros ósseos e espessura de dobras cutâneas. A grande vantagem deste método se prende ao fato de que essas medidas possam ser aplicadas a uma grande quantidade de pessoas e com baixo custo, rapidez, simplicidade e relativa facilidade. Porém, precisam ser validados tomando como referência os métodos indiretos (Glaner; Rodrigues-Anez, 1999).

A técnica duplamente indireta mais utilizada é a mensuração da espessura de dobras cutâneas (Resende, 2006). Este método é baseado na teoria de que uma medida representativa da camada de tecido adiposo subcutâneo, que é o maior depósito de gordura corporal, pode fornecer uma estimativa razoável da gordura corporal total. Esta estabelece uma relação entre a espessura do tecido subcutâneo mensurado em pontos anatômicos distintos e a quantidade de gordura corporal (Estol, 2005). Atualmente muitos autores afirmam que é mais prático avaliarmos o grau de obesidade através da medida do percentual de gordura corporal pelo método das dobras cutâneas, do que optar pela bioimpedância, pela pesagem hidrostática ou pletismografia, uma vez que este método é econômico, rápido e também é eficaz (Heyward & Stolarczyk, 2000). As medidas antropométricas simples, como a perímetro da cintura (PC) e a razão cintura/anca (RCA), demonstraram ser adequadas para estimar a quantidade de gordura abdominal. Recentemente, foi sugerido que a RCA define melhor indivíduos que apresentam de risco de doença cardiovascular. (Kragelund *et al.*, 2005). Esta preocupação atribuída à mensuração da gordura corporal está relacionada com o padrão de distribuição da gordura corporal (Germán, Rey-López & Mesana, 2011).

Este padrão de diferenças na distribuição da gordura corporal revela que os homens são tidos como uma maior população de risco cardiovascular, uma vez que possuem maior tendência a acumularem mais gordura na região abdominal (Fonseca, Takada, Alonso-Vale & Lima, 2006). Isto se justifica em razão das correlações entre complicações para a saúde decorrentes de disfunções metabólicas e cardiovasculares e um maior acúmulo de gordura na região central do corpo, independentemente da idade e da quantidade total de gordura corporal (Klaus, 2004; Wajchenberg, 2002). No entanto, outros fatores como o sedentarismo, podem colocar o sexo feminino em condições similares de risco de saúde, uma vez que a percentagem

de mulheres sedentárias é maior do que a dos homens, em grande parte das sociedades contemporâneas (Pierón, 2004).

1.2 Perímetro da Cintura

Perímetro da cintura pode ser uma medida antropométrica fiável para medição do tecido adiposo visceral. Estudos mostram que esta pode ser um instrumento mais seguro para determinar a adiposidade central tanto em adultos como em crianças (Kragelund *et al.*, 2005). Tem sido demonstrado em grandes estudos epidemiológicos a forte correlação com pressão arterial, diabetes, dislipidemia mesmo entre indivíduos com massa corporal considerada normal (Daltom M *et al.*, 2003). Além disso, circunferência da cintura relacionou-se melhor com fatores de risco relacionado a obesidade (Zhu S *et al.*, 2002). Portanto, as medidas que são mais sensíveis às diferenças individuais da gordura abdominal pode ser mais útil do que outras medidas antropométricas para identificar obesidade associada aos fatores de risco (OMS, 1997).

1.3 Relação Cintura/Anca

A relação cintura/anca (RCA) é a divisão da circunferência da cintura pela circunferência da anca. Esta relação tem vindo a ser utilizada como um método de determinação da gordura corporal. Este índice é baseado nos estudos de Bjorntorp (1986) sobre a distribuição da gordura na RCA – destina-se a fazer a avaliação do risco de desenvolvimento de doenças como hipertensão, doença coronária, diabetes e outras enfermidades.

Há muito se sabe que as pessoas diferem em relação à localização da gordura corpórea (Lohman, 1992). Homens em particular, tendem a ter maior proporção de gordura abdominal, conferindo lhes o chamado padrão masculino ou andróide de distribuição de gordura corporal. As mulheres, por outro lado, tendem a ter maior quantidade de gordura na região glútea e por isso têm maiores perímetros das ancas, apresentando o padrão feminino ou ginoide de distribuição de gordura corporal (Bray, 1989).

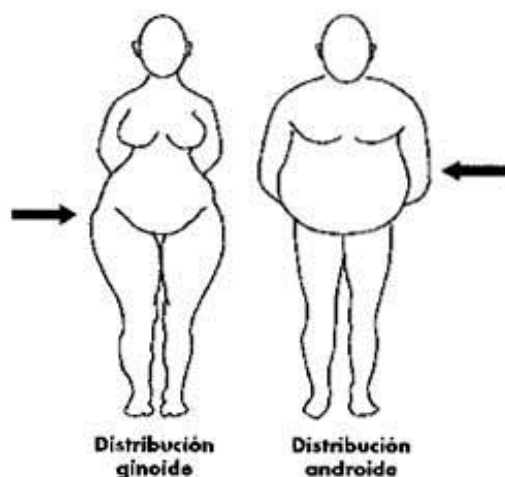


Figura 1. Ginoide (Feminino) e Androide (Masculino).

Vários estudos sobre diagnóstico de obesidade e determinação de tipo de distribuição da gordura utilizam, de forma simultânea ou não, o índice de massa corporal (IMC), a circunferência da cintura e a RCA (Pereira, Sichieri & Marins, 1999). A utilização dessas medidas na mensuração da distribuição de gordura corporal tem a vantagem da simplicidade na sua determinação e facilidade de aplicação do método em amplas bases populacionais. Por isso, a sua introdução entre os indicadores antropométricos, seja na prática clínica, na vigilância nutricional ou na pesquisa, torna-se um instrumento de grande valia (Soar, Vasconcelos & Assis, 2004).

Não há consenso sobre a definição do que seja uma RCA elevada. Os pontos de corte mais utilizados para homens (>1,00) e mulheres (>0,80) foram sugeridos com base em estudos epidemiológicos na Suécia. Nos Estados Unidos, foram usados durante algum tempo os pontos de corte de 0,95 para homens e 0,80 para mulheres, que foram estabelecidos com base em dados de investigações epidemiológicas no Canadá (Keenan et al., 1992).

$$RCA = \frac{\text{Perímetro cintura}}{\text{Perímetro Anca}}$$

Equação 1. Cálculo do RCA

Em 1989 Organização Mundial de Saúde, propôs recomendações para avaliação dos perímetros da cintura e do quadril, no qual a medida da circunferência da cintura seria obtida a

partir do ponto médio entre a margem da costela inferior e a crista ilíaca e a circunferência do quadril no ponto mais largo ao redor dos trocânteres maiores (WHO, 1989).

Já (Taylor *et al.*, 2000), analisaram a sensibilidade da circunferência da cintura e da relação cintura/anca em comparação à gordura abdominal medida pelo DEXA em 580 crianças e adolescentes entre três e 19 anos de idade e encontram associações significativas. (Fernández *et al.*, 2004). Encontram correlações significativas quando compararam a gordura intra-abdominal e subcutânea, daquelas medidas feitas por meio de imagens de ressonância magnética usadas em crianças e adolescentes e desta forma, concluíram que as medidas apresentaram a precisão da avaliação desta variável.

1.4 Bioimpedância

Esta técnica tornou-se disponível comercialmente pela primeira vez em meados da década de 1980. Para assegurar a avaliação da composição corporal, a bioimpedância (BIA) é um método não invasivo, indolor, isento de radiação, rápido, seguro e simples. O aparelho necessário para esta medida é relativamente barato, portátil e, por ser de pequeno porte, pode ser transportado para uso em diferentes locais (Brodie & Stewart, 1999). Os aparelhos de bioimpedância elétrica utilizam uma corrente que percorre o corpo com uma baixa voltagem. O condutor é a água corporal e o analisador estima a impedância desse fluido. A resistência oferecida pelo corpo é a mesma observada em condutores não biológicos, ou seja, é proporcional ao comprimento do condutor e inversamente proporcional à sua área de corte transversal (Cômodo *et al.*, 2009).

É um método relativamente preciso que consiste na passagem pelo corpo de uma corrente elétrica de baixa amplitude e alta frequência, permitindo registrar a resistência (R_z) e a reatância (X_c). A partir dos valores de R_z e X_c são calculados a impedância (Z) e o ângulo de fase (PhA), água corporal total (TBW), além da quantidade de água extracelular (ECW) e intracelular (ICW). Segue-se, a massa livre de gordura (FFM), assumindo que a TBW é uma parte constante da FFM. Então, a massa de gordura corporal (BF) e a massa de células corporal (BCM) podem também ser avaliadas. A frequência mais usada na avaliação é de 50 kHz e possui eletrodos de superfície que são colocados na mão e pé, permitindo a estimativa da FFM e TBW, embora não sendo possível determinar diferenças na ICW (Gudivaka *et al.*, 1999).

Estes resultados são baseados na mistura de teorias e equações empíricas (Kyle *et al.*, 2004). Embora esta avaliação não seja válida em condições de hiper-hidratação, tal não significa que não seja válida para prever FFM absoluta ou TBW. (Gudivaka *et al.*, 1999). Embora sendo influenciável por uma série de efeitos (hidratação, percentagem de gordura, doenças

neuromusculares), a BIA de corpo inteiro permite a determinação da FFM e TBW em sujeitos sem distúrbios eletrolíticos (Cômado *et al.*, 2009).

Toda a avaliação da composição corporal recorrendo à BIA necessita de padronização de método, dado que as influências podem vir da posição do corpo, do exercício realizado anteriormente, da dieta, da ingestão de líquidos, da temperatura ambiente e até mesmo da limpeza da pele para a colocação dos elétrodos. O consumo de bebidas e alimentos pode igualmente diminuir a impedância durante um período de 4 horas representando um erro de aproximado de 3% (Kushner *et al.*, 1996). Quando comparado ao valor basal, o exercício físico diminui a resistência em cerca de 3% e a reatância em cerca de 8% imediatamente após o exercício. Neste caso, existe necessidade de aguardar uma hora para realizar a avaliação regressar ao normal. Para análise das equações também é necessário considerar o grupo étnico e estado de saúde dos indivíduos (Heitmann *et al.*, 1994).

1.5 Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca reflete a quantidade de trabalho que o coração realiza para satisfazer as exigências metabólicas e define-se como sendo, o número de batimentos cardíacos por minuto. O coração humano saudável varia a sua frequência de funcionamento batimento a batimento, como consequência dos ajustes promovidos pelo sistema nervoso autónomo para manutenção da homeostasia (Guyton & Hall, 2006; Longo, Ferreira & Correia, 1995).

1.5.1 Ciclo Cardíaco

Conjunto de eventos cardíacos que ocorre entre o início de um batimento e o início do próximo. Consiste no período de relaxamento chamado diástole e período de contração chamado sístole (Guyton & Hall, 2006).

1.6 Variabilidade da Frequência Cardíaca e Risco Cardiovascular

A análise da variabilidade de sinais cardiovasculares é suscetível de variadas aplicações clínicas, sendo correntemente aceite que pode ser usada como um meio não invasivo para aceder à integridade do sistema cardiovascular e como uma janela para a caracterização do sistema nervoso autónomo (Marães, 2010; Cambri, Fronchetti, De-Oliveira, & Gevaerd, 2008).

O estudo da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), especialmente nos seus modelos de análise e sua aplicação clínica, pode ser valioso no diagnóstico durante o tratamento de complicações cardiovasculares e ainda, como uma ferramenta complementar na prescrição de exercício físico para sedentários, atletas e profissionais médicos (Rumenig *et al.*, 2007). A duração do ciclo cardíaco, mensurada pelo tempo transcorrido entre duas ondas R consecutivas

do eletrocardiograma onde esta unidade é denominada de intervalo RR, não é constante, ocasionando uma variação entre os intervalos R-R sucessivos. Esta variação é denominada de VFC (Task Force of European Society of Cardiology, 1996; Lopes, *et. al*, 2007).

Desta forma, é assumido que o coração não funciona de forma linear em seus batimentos e suas oscilações. Dentro de um padrão de normalidade, os batimentos cardíacos decorrem em função de uma complexa interação, resultando em uma significativa VFC, com participação efetiva do sistema autônomo cardíaco no intuito de dar resposta a diversos estímulos fisiológicos e patológicos, para manutenção da homeostasia (Paschoal, Trevizan, & Scodeler, 2010).

O coração, principal órgão responsável pelo transporte sanguíneo no organismo humano, recebe dupla inervação, correspondente ao sistema nervoso simpático e parassimpático (vago). A modulação simpática e parassimpática cardíaca é influenciada por informações dos barorreceptores, quimiorreceptores, sistema respiratório, o vasomotor, o termorregulador e sistema renina-angiotensina-aldosterona. Portanto, os batimentos e oscilações cardíacas não funcionam de forma regular, mas sim decorrem em função de uma complexa interação, resultando numa significativa variabilidade da frequência cardíaca (Guyton & Hall, 2006).

A VFC reflete na atividade simpática e no componente vagal do sistema nervoso autônomo no nódulo sinusal cardíaco. Esta variabilidade traduz a quantidade total da flutuação da Frequência Cardíaca e dos intervalos RR (intervalo entre complexos QRS – Despolarização Sinusal) (Sztajzel, 2004). Um aspecto relevante dos sistemas acima relacionados é a lateralidade, ou seja, o sistema parassimpático tem efeito predominante do lado direito do sistema nervoso central e o simpático, possui predominância do lado esquerdo do sistema nervoso central (Paschoal, Trevizan, & Scodeler, 2010). O sistema parassimpático tem ação predominantemente sobre o nódulo sinoauricular e a do simpático atua preferencialmente sobre o nódulo atrioventricular (Guyton & Hall, 2006).

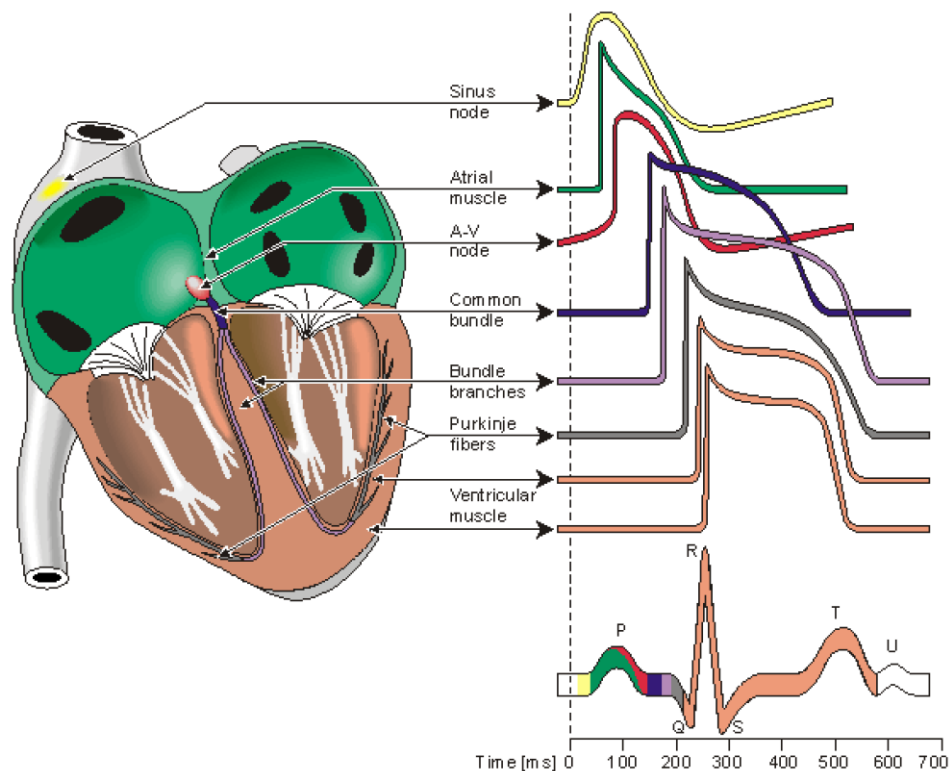


Figura 2. Representação do funcionamento autonómo cardíaco e identificação com os registros do ECG (Retirada de Guidelines Kubios HRV Version 2.0. Outubro, 2008).

Porém, quando se considera as vias eferentes nas conexões entre o sistema nervoso central e o controlo do sistema cardiovascular, os nervos vagos enviam impulsos não só para os nódulos sinoauricular/atriovenricular e para os átrios, mas também exercem efeitos sobre os ventrículos, fato este ainda pouco esclarecido. Por outro lado os nervos simpáticos distribuem-se para todo o aparelho circulatório (Junqueira, 1990). As primeiras informações de que o sistema cardiovascular, ao ser modulado pelo sistema nervoso simpático e parassimpático, era capaz de interferir na modificabilidade da VFC, foram apresentadas por Hon & Lee em 1965. Os autores observaram este pressuposto no sofrimento fetal à concomitância de distúrbios nos intervalos RR entre os batimentos cardíacos (Marães, 2010).

A atividade do Sistema Simpático tende a aumentar a frequência cardíaca, e a sua resposta é lenta uma vez que sendo a adrenalina o neurotransmissor envolvido, este é removido lentamente, enquanto que a atividade do Sistema Parassimpático tende a diminuir a frequência cardíaca, exibindo uma atuação rápida, com uma taxa de remoção elevada (Task Force of European Society of Cardiology, 1996).

A estimulação nervosa parassimpática do coração faz com que se liberte acetilcolina nas terminações vagais, tendo esta hormona como principais efeitos sobre o coração, o diminuir da velocidade do ritmo do nódulo sino auricular bem como reduzir a excitabilidade das fibras da união aurículo-ventricular, levando a uma diminuição da transmissão do impulso cardíaco. Por outro lado, a estimulação Simpática, tem o efeito completamente oposto, uma vez que esta provoca o aumento da intensidade da descarga do nódulo sino-auricular, aumentando a excitabilidade de todos os processos do coração e aumenta consideravelmente a força de contração de toda a musculatura cardíaca (Jerez, 1992). A terminologia de baixa e alta-frequência associada à ação do simpático e do vago justifica-se em função da frequência de impulsos que emitem sobre o nódulo sinoauricular apresentar essa característica.

A variabilidade de intervalos (RR) é um forte indicador/prognóstico para o desenvolvimento de doenças cardíacas na população em geral. Isto sugere um importante fator regulador do Sistema nervoso autónomo em fisiopatologias de doenças coronária. A diminuição da variabilidade da frequência cardíaca prediz igualmente o risco de morte súbita e paragem cardíaca, pensando-se que um sistema nervoso parassimpático com participação/regulação ativa no coração, protegendo-o contra as doenças das coronárias. Na variabilidade de intervalos RR podem ser analisadas altas frequências (0,15 a 0,40 Hz), que traduzem o funcionamento do sistema parassimpático, ao passo que a variabilidade a baixas frequências (0,04 a 0,15 Hz) refletem a influência de ambos os sistema simpático e parassimpático no coração (Sloan *et al*, 2009).

Apesar de a automaticidade ser intrínseca aos diferentes tipos de tecido cardíaco com propriedades *pacemaker*, a atividade contráctil/elétrica do miocárdio é largamente modulada pelo sistema nervoso autónomo. Na maioria das condições fisiológicas, os ramos Simpáticos e Parassimpáticos possuem funções opostas: no Sistema Simpático prevalece a automaticidade, (Automaticidade refere-se ao acendimento de um impulso sobre as próprias células do músculo cardíaco), ao passo que o Parassimpático é caracterizado pela inibição. A estimulação do nervo Vago nas células cardíacas *pacemaker* causa hiperpolarização e reduz a taxa de despolarização, ao passo que a estimulação Simpática tem efeitos cronotrópicos, elevando a taxa de despolarização das mesmas (Sztajzel, 2004).

A redução da Frequência Cardíaca quer em repouso, quer em determinado nível/situação de exercício, é uma característica do treino físico. Este induz a existência de bradicardia refletindo alterações da regulação autónoma das células *pacemaker* (marcapasso). No entanto, o mecanismo que despoleta esta alteração ainda não é totalmente esclarecedor. Desta forma, o trabalho aeróbio prova ser um método seguro, eficaz e não farmacológico na manutenção ótima

do balanço autônomo, destacando-se a estabilidade elétrica cardíaca e a redução do risco de morte súbita (Billman, 2009).

O sistema Circadiano, incluindo o núcleo Supraquiasmático que se situa no hipotálamo e oscilações circadianas de tecidos periféricos, controla ritmos circadianos endógenos fisiológicos e cognitivos. A sensibilidade da adrenalina e noradrenalina no exercício varia significativamente durante o ciclo circadiano, independentemente do ambiente e estado cognitivo. Já o sistema circadiano endógeno controla vários componentes do sistema cardiovascular, incluindo atividade Simpática, cortisol, modulação cardíaca vagal, Frequência Cardíaca, pressão arterial e agregação plaquetar. Este mesmo também controla a sensibilidade simpático-vagal no exercício (Scheer *et al*, 2010).

A recuperação cardíaca após exercício é também analisada, pois reflete a ativação pronunciada do Sistema Nervoso Parassimpático. Uma lenta reativação deste mesmo é preditor de risco de morte súbita ou doenças cardiovasculares (Billman, 2009).

Durante o exercício dinâmico, o ajuste inicial da frequência cardíaca é dependente da retirada do tônus vagal, enquanto os incrementos subseqüentes são atribuídos a um aumento na atividade dos nervos simpáticos. A modulação entre os dois sistemas (simpático e parassimpático) depende da intensidade do exercício. Fatores humorais como catecolaminas circulantes também podem ter uma função significativa, em relação à eferência neural, na manutenção da taquicardia tardia, após o primeiro minuto e esforço físico. Nos protocolos descontínuos do tipo degrau documenta-se, no início do esforço um período de latência da frequência cardíaca em torno de 0,5 segundo, seguido de um marcante aumento, devido quase que exclusivamente à diminuição da estimulação parassimpática sobre o nódulo sinoatrial, conhecido como componente rápido de elevação de frequência cardíaca, que independe da intensidade de potência aplicada (Williamson *et al.*, 1995; Catai *et al.*, 2002).

Após esse período, nos próximos 60 a 90 segundos, nota-se um crescimento mais lento da frequência cardíaca, correspondendo à lenta retirada do tônus vagal, o qual já é influenciado parcialmente pela atividade física (Maciel *et al.*, 1986). Em esforços de baixa potência, após o pico precoce de elevação da frequência cardíaca, ocorre uma redução de valores desta variável em direção à condição de equilíbrio dinâmico, entre 1,8 a 3,7 minutos. Já em níveis de potências mais elevadas, ocorre uma elevação da frequência cardíaca, que se deve ao predomínio da atividade simpática, denominado componente lento de elevação da frequência cardíaca, que impede a estabilização desta variável, enquanto durar o exercício físico (Gallo Jr *et al.*, 1987; 1995).

1.7 Parâmetros de Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca

Uma variável periódica pode ser analisada em função do tempo ou em função da frequência em que o evento ocorre. Muitos dos sinais biológicos são definidos como quase periódicos, isto é, eles variam de maneira repetitiva em tempos quase regulares. Portanto, os métodos de análise da variabilidade da frequência cardíaca também podem ser conduzidos nos domínios do tempo e/ou da frequência (Longo, Ferreira & Correia, 1995). Para a análise da VFC, os diferentes índices podem ser obtidos através de métodos lineares (domínio da frequência e do tempo), e por métodos não lineares. O primeiro é dividido em dois tipos: análise do domínio do tempo através de índices geométricos e estatísticos, seguido da análise no domínio da frequência (Vanderlei *et al.*, 2009).

Para a análise através do domínio do tempo (resultados expressos em unidades de tempo – milissegundos, cada intervalo normal RR (batimento sinusal) é medido durante um determinado intervalo de tempo e, após isso, baseado em métodos geométricos e estatísticos, é calculada a flutuabilidade da frequência cardíaca em cada ciclo (Marães, 2010).

Esses índices podem ser calculados em segmentos pequenos do eletrocardiograma, como minutos ou horas. Alguns autores subdividem os índices do domínio de tempo em dos tipos: curta e longa duração.

Curta Duração: Representam alterações rápidas da frequência cardíaca, como desvio padrão das diferenças batimento a batimento dos intervalos RR.

Longa Duração: Índices de flutuações lentas (menores de 6 por minuto), como as diferenças entre o máximo e o mínimo intervalo RR.

Tabela 1. Índices Estatísticos no Domínio Tempo.

RR: média dos intervalos RR normais.

SDNN: desvio padrão de todos os intervalos RR normais.

SDNNi: média dos desvios padrão dos intervalos RR normais calculados em intervalos de 5 minutos.

SDANN: desvio padrão das médias dos intervalos RR normais calculados em intervalos de 5 minutos.

RMSSD: raiz quadrada da média da soma das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes ao quadrado.

PNN50: porcentagem da diferença entre intervalos RR normais adjacentes que excedam 50 milissegundos.

As variáveis no domínio do tempo podem ser calculadas diretamente a partir de intervalos RR como SDNN e SDNNi, ou basear-se nas diferenças entre ciclos adjacentes, como RMSSD e PNN50. SDNN, SDANN e SDNNi são obtidos em gravações longas, representando a atividade simpática e parassimpática. RMSSD e pNN50 representam a atividade parassimpática, dado que são obtidos através da análise dos intervalos RR adjacentes (Pimentel *et. al*, 2009).

Para o domínio do tempo, existe outro processo de análise sendo ele geométrico. Neste, recorre-se mais frequentemente ao índice triangular e ao *Plot Poincaré*. Aqui, os intervalos RR são apresentados em padrões geométricos, possuindo uma elevada correlação com o desvio padrão de todos os intervalos e não sofre alterações com batimentos ectópicos ou interferências, dado que estes se situam fora do triângulo (Vanderlei *et al.*, 2009). O modo de análise linear, denominado domínio da frequência, onde a densidade do espectro é a mais utilizada. Esta decompõe a variabilidade da frequência cardíaca em componentes oscilatórias fundamentais

Tabela 2. Índices Estatísticos no Domínio Frequência.

HF: altas frequências (*high frequency*), com amplitudes de 0,15 a 0,40 Hz, correspondendo à modulação respiratória e também serve de indicador de influencia partilhada com predomínio vagal.

LF: baixas frequências (*low frequency*), com amplitudes 0,04 a 0,15 Hz, refletem a atividade vagal e componente simpático, com predominância deste último;

VLF: frequências muito baixas (*very low frequency*), pensando-se relatar o sistema renina-angiotensina-aldosterona, termo-regulação e tónus vasomotor periférico.

LF/HF: reflete alterações relativas e absolutas entre componente simpático/parassimpático do sistema nervoso autónomo, caracterizado pelo balanço simpático/vagal cardíaco.

1.8 Ação Farmacológica de alguns Fármacos no Sistema Simpático e Parassimpático

Para ação farmacológica de alguns fármacos, é importante lembrar que o sistema simpático regula a pressão arterial, momento a momento, por meio de um mecanismo de barorreflexo, considerado um sistema de controle que mantém a pressão arterial dentro de limites normais em períodos de segundos a minutos.

Alguns autores estudaram voluntários saudáveis, e utilizando bloqueio farmacológico com atropina, documentaram uma redução significativa em algumas variáveis temporais: como o desvio padrão da média, o coeficiente de variabilidade, bem como o RMSSD dos intervalos RR. Por outro lado, o bloqueio com propranolol não alterou tais índices, demonstrando uma forte

correlação entre os índices temporais e o tônus vagal atuante sobre o coração (Hayano *et al.*, 1991).

Os fármacos que afetam o sistema nervoso autônomo são divididos em dois grupos de acordo com o tipo de neurônio envolvido nos seus mecanismos de ação. As drogas colinérgicas(atuam no sistema parassimpático), atuam em receptores que são ativados pela acetilcolina, enquanto que as adrenérgicas atuam em receptores que são estimulados pela noradrenalina ou adrenalina. Colinérgicos e adrenérgicos atuam estimulando ou bloqueando receptores do sistema nervoso autônomo. (Howland, 2007).

Betabloqueadores são muito utilizados por diminuir o efluxo simpático e por antagonizar a ação das catecolaminas nos receptores beta no sistema nervoso central e na periferia. O propranolol é o protótipo dos betabloqueadores inespecíficos e, inicialmente, diminui a pressão arterial por diminuir o débito cardíaco. A longo prazo, o débito cardíaco retorna ao normal e a resistência periférica total diminui, mantendo a pressão arterial baixa. A menor resistência periférica é atribuída ao bloqueio dos receptores beta no sistema nervoso central e à menor secreção de renina pelos rins, uma vez que a inervação adrenérgica para o aparelho justaglomerular ocorre por estimulação dos receptores beta (Frohlich ED *et al.*, 1980).

A atropina é um alcalóide natural da beladona e possui ação anticolinérgica. Atua inibindo a atividade muscarínica da acetilcolina nos sítios neuroefetores parassimpáticos pós-ganglionares, inclusive no músculo liso, glândulas secretoras e Sistema Nervoso Central. Atua bloqueando o efeito do nóculo sinoatrial o que aumenta a condução através do nóculo atrioventricular e conseqüentemente o batimento cardíaco. É um antagonista competitivo das ações da acetilcolina e outros agonistas muscarínicos, compete com estes agonistas por um local de ligação comum no receptor muscarínico. Como o antagonismo da atropina é competitivo, ele pode ser anulado se a concentração da Acetilcolina ou de agonistas colinérgicos nos locais receptores do órgão efector for aumentada suficientemente (Bryan *et al.*, 2004).

1.9 Recuperação da Frequência Cardíaca pós Exercício Físico.

Numerosas investigações têm sido realizadas visando avaliar a recuperação da Frequência Cardíaca após o exercício físico e assim analisar a atividade vagal.

Sabe-se que o tônus vagal reduzido, é considerado como um fator de risco cardiovascular e acredita-se que a recuperação lenta da frequência cardíaca seja um marcador da atividade parassimpática reduzida. Sua recuperação imediatamente após o exercício é considerada com a reativação na modulação parassimpática e redução na modulação da atividade simpática, sendo muito rápida durante os 30 segundos logo após o término do

exercício. Anormalidades na modulação da atividade parassimpática foram apontadas como uma possível ligação fisiopatológica com a associação entre diminuição da frequência cardíaca na recuperação após o teste de esforço em tapete rolante e maior mortalidade dos pacientes no período de acompanhamento. (Imai k *et al.*, 1994)

1.9.1 Recuperação ao Primeiro Minuto.

O aumento da Frequência Cardíaca durante o exercício é considerado devido à combinação da retirada do sistema parassimpático e ativação simpática. A pouca diminuição da FC no primeiro minuto de recuperação pode ser associado com risco cardiovascular.

Trabalhos recentes tem-se centrado na diminuição da Frequência Cardíaca dentro de um período fixo após o término do teste de estresse. Acredita-se ser uma anormalidade na recuperação da Frequencia Cardíaca a diminuição de menos de 12 batimentos cardiacos no primeiro minuto de recuperação (Cole *et al.*, 1999).

Os primeiros cinco minutos de recuperação é caracterizado pelo aumento da atividade vagal, aumentando o controle parassimpático e diminundo o simpático. Estudos recentes usaram bloqueadores beta- adrenergicos para analisaram a Variabilidade da Frequencia Cardíaca durante o segundo ao quinto minuto de recuperação e compararam com o valor encontrado na recupeção ao primeiro minuto.

Um aumento significativo ocorreu ao *primeiro minuto* em relação com o *quinto minuto*.

- RMSDD (predominio vagal) teve um aumento crescente após o primeiro minuto.
- LF (predominio simpatico e ativação parassimpatica) mostrou um aumento maior no primeiro minuto em relação ao terceiro e quarto minuto.
- HF (modulada pelo parassimpatico e predominio vagal) aumentou no terceiro e quarto minuto.

Assim, as mudanças no sistema autonómico, como a recuperação da frequência cardíaca ao primeiro minuto pós exercício, têm demonstrado importante implicação prognóstica e um fator de análise para detectar doenças cardiovasculares (Jason NG *et al.*, 2009).

1.10 Associações entre variabilidade da frequência cardíaca, exercício físico e composição corporal e antropometria.

Os benefícios do exercício físico são bem conhecidos e aceites por todos, sendo encarado como protetor do sistema cardiovascular. Além dos vários fatores e mecanismos

biológicos propostos para a redução de riscos de saúde, está a regulação do sistema nervoso autônomo no coração. Este mesmo é descrito como um influente na condição cardíaca, podendo ser mensurável através de técnicas não invasivas, tais como medição de intervalos consecutivos de ondas R (representação da despolarização dos ventrículos) no traçado Eletrocardiográfico (Sloan *et al.*, 2009). O risco de mortalidade aumenta de forma exponencial (mais de cinco vezes a média), quando a variabilidade dos intervalos RR é inferior a 50 ms, quando comparados com sujeitos que possuem a mesma variabilidade superior a 100 ms (Billman GE, 2009).

O sistema nervoso autônomo cardíaco possui uma ampla interação no que diz respeito à capacidade do sistema cardiovascular em responder a diversos estímulos fisiológicos e patológicos no sentido de manter a homeostasia.

O exercício físico promove mudanças tanto nos valores absolutos da frequência como na sua variabilidade. A regulação da frequência cardíaca durante o exercício depende de vários mecanismos fisiológicos, agindo sobre o coração, como os fatores humorais e o sistema nervoso autônomo (Kingsley *et al.*, 2005; Tulppo *et al.*, 1996). Durante o exercício dinâmico, o ajuste inicial da frequência cardíaca é dependente da inibição do tônus vagal, enquanto os incrementos subsequentes são atribuídos a um aumento da atividade dos nervos simpáticos. A modulação entre os dois sistemas (simpático e parassimpático) depende da intensidade do exercício.

Grande parte dos estudos que se referem ao trabalho aeróbio salientam o controlo/reforço autônomo do coração, sendo observável quer a redução da Frequência Cardíaca, quer o aumento da Variabilidade da Frequência Cardíaca. Este importante factor/resultado não é observável no trabalho de força ou com recurso a resistências externas (Sloan *et al.*, 2009).

Em investigação recente Paschoal *et al.* (2009) procurou avaliar a interferência da obesidade sobre a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), os lípides do sangue e a capacidade física de crianças obesas. Os participantes foram submetidos a avaliação antropométrica e clínica, análise da VFC ao repouso e a um protocolo de esforço. Os autores concluíram que a obesidade infantil promoveu modificações no controle autonômico cardíaco na posição bípede e reduziu a capacidade física. Já (Riva *et al.*, 2001) sugeriram que os adolescentes obesos poderiam apresentar uma disfunção simpato-vagal caracterizada por redução da atividade parassimpática e aumento da atividade simpática.

Justifica-se continuidade de investigação uma vez que: não totalmente esclarecidas as implicações de composição corporal no comportamento da VFC. Poucos estudos têm utilizado amostras femininas na procura da relação da Composição corporal e marcadores não invasivos associados.

1.11 Procedimentos do sinal e correção do registo do intervalo RR

A utilização de cardiofrequencímetros veio colmatar o problema da utilização de material laboratorial, assim como a liberdade de realização de praticamente qualquer tipo de exercício. Assim, além da praticabilidade do cardiofrequencímetro, este é mais acessível em termos de custos e de elevada resistência às diferentes condições ambientais. Um modelo com estas características é o *Polar S810*, que segundo vários autores, apresentam uma elevada precisão no registo de exercícios a baixas frequências quando comparados com o registo eletrocardiográfico (Pimentel *et. al*, 2009). Neste aparelho, é posicionada uma fita no peito com elétrodos que capta o impulso elétrico cardíaco e transmite um sinal eletromagnético para o monitor/receptor. O sinal captado é enviado para a interface informático *Polar Pro Trainer 5®*. Neste equipamento, a unidade de tempo de registo é definida para 1 ms e os intervalos RR são recolhidos com frequências de 1000Hz (Rumenig *et. al*, 2007).

A presença de batimentos ectópicos prematuros ou interferências diversas na análise da variabilidade da frequência cardíaca compromete a fiabilidade dos índices obtidos, caso estes não sejam removidos/corrigidos. Vários métodos de filtragem estão capacitados para detetar intervalos RR anormais e corrigir os mesmos (Marães, 2010; Rumenig *et. al*, 2007). A remoção de erros/interferências pode ser feita através de um filtro de rejeição de impulso, ou recorrendo ao próprio *software Polar®* por duas formas: o primeiro é realizado digitalmente pelo *software* do equipamento e a segunda pela inspeção visual dos intervalos RR, onde se excluem os erros/interferências. Poderá também definir-se a taxa de batimentos sinusais limitados a 95% (Vanderlei *et al.*, 2009).

CAPÍTULO 2

OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

O sistema nervoso autónomo é fundamental para um bom funcionamento do sistema cardiovascular.

Assim sabe-se que a variabilidade da frequência cardíaca é um parâmetro não invasivo que avalia o funcionamento do sistema nervoso autónomo e têm vindo assumir um carácter promissor na detecção do risco associado a alterações do funcionamento cardiovascular.

Na atualidade, é consensual na literatura científica, que obesidade está também associada ao risco de doenças cardiovasculares.

Assim o presente estudo vem por correlacionar as alterações no sistema nervoso autónomo em grupos divididos em mulheres obesas e não obesas.

2.2 Objetivos Específicos

Analisar a Frequência Cardíaca ao primeiro minuto de recuperação ativa e aos 20 minutos de recuperação passiva.

Comparar a resposta do sistema nervoso autónomo (simpático e parassimpático) entre os grupos obesas e não obesas, uma vez demonstrada a relação existente entre os grupos e risco cardiovascular, recorrendo a variabilidade da frequência cardíaca em esforço, submetidas a um teste aeróbio incremental, realizado em tapete rolante até que as voluntárias atingissem 80% FCmáx., sendo utilizados os parâmetros SDNN, RMSSD, LF, HF e rácio LF/HF.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

3.1 Características da amostra

A amostra para o presente estudo é composta por 12 voluntárias do sexo feminino com idades compreendidas entre 20 e 30 anos (média $25,25 \pm 3,72$) fisicamente ativas.

As voluntárias receberam informações sobre a finalidade da mesma e do tipo de colaboração solicitada. Antes de iniciar o preenchimento do inquérito, a elas foram exigidos o preenchimento da Ficha de Consentimento, que constituiu em um documento que essencialmente: enquadra os indivíduos participantes da pesquisa na condição de voluntárias, descrevem quais são os objetivos de pesquisa, aponta relevância deste tipo de estudo para sociedade e ainda, fornece informações sobre a garantia do cumprimento de todos os cuidados éticos envolvendo pesquisa com sujeitos humanos. Foi aplicado um questionário de informações biográficas de caráter genérico. Na sequência as voluntárias submeteram-se ao preenchimento da versão em português, *Physical Activity Readiness Questionnaire (Par-Q and You)*, servindo como critério de inclusão todas as respostas negativas e exclusão se houvesse uma resposta positiva, assim garantindo a participação das voluntárias do estudo.

3.2 Dados antropométricos e composição corporal

A avaliação antropométrica obedece às normas estabelecidas por Lohman *et al.* (1992) e ACSM (2009) e que descreve importante conjunto de dados a serem obtidos para estudo desta natureza em populações adultas.

3.2.1 Estatura

Foi utilizado o estadiômetro portátil *Harpender*, modelo 98.603 da *Holtain Limited*. As referências anatômicas para esta medida se situam entre o vértex e o plano plantar. A cabeça permaneceu alinhada com o plano de Frankfurt e paralela ao solo e o corpo na posição anatômica. As voluntárias ficaram descalças e colocaram-se de costas para a mesma, na posição já referida anteriormente. Deslocou-se o cursor até este tocar no vértex da cabeça. Por fim, as voluntárias saíram da posição de medida, de modo a permitir uma observação precisa e conseqüente registro, sendo os resultados expressos em centímetros, com aproximação às décimas.

3.2.2 Massa corporal

Foram registradas medidas antropométricas com recurso a balança digital portátil *Seca*, modelo 770, onde as voluntárias ficaram sem sapatilhas, com vestuário o mais leve possível até a obtenção de um valor estável.

3.2.3 Perímetros Cintura e Perímetro Anca

Foi utilizada uma fita métrica *Holtain*, para a avaliação dos perímetros da cintura e da anca utilizando para tal, os procedimentos propostos pelo ACSM, 2009. Para a circunferência da cintura foi medida a menor circunferência da cintura acima do umbigo e a da anca definida como “a maior circunferência ao redor dos glúteos, acima da prega glútea”.

3.3 Bioimpedância

Foi avaliada a composição corporal com recurso à bioimpedância *SoftTissueAnalyser (STA) Bia 101*, com frequência de medição 0,8 mA constante até 5000 Ohm, frequência de medição 50 Khz, sinusoidal de resistência (R_z) a 999 Ohm, reactância (X_c) 0 a 200 Ohm e *softwarebodygram* versão 1.3.

As voluntárias receberam instruções para a realização do teste como: não tomar medicamentos diuréticos 24 horas antes, não ingerir líquidos nas últimas 4 horas antes do teste e não ter feito exercício físico 8 horas antes. As voluntárias retiraram objetos de metal presos ao corpo para que não ocorressem interferências.

Os locais onde foram colocados os eletrodos foram limpos com álcool. As voluntárias colocaram-se em decúbito dorsal numa maca, descalças e ficaram dez minutos em repouso. Com afastamento dos membros inferiores a 45°, sendo os pés afastados 30 cm e membros superiores em abdução de 30°. O eletrodo interno do braço foi colocado na superfície dorsal do punho direito entre os ossos ulnar e rádio e o eletrodo externo foi colocado no terceiro metacarpo; o eletrodo interno da perna foi colocado na superfície anterior do tornozelo direito entre as porções proeminentes dos ossos e o externo na superfície dorsal do terceiro metatarso.

A avaliação foi realizada mediante a média de três avaliações da bioimpedância com intervalo de 1 minuto cada, registrando-se imediatamente por escrito. Neste momento de repouso também foi recolhido o valor da frequência cardíaca de repouso. Interrompida a gravação da frequência cardíaca, foi explicado a voluntária o próximo passo.

3.4 Procedimento para aplicação do teste

O presente estudo foi realizado no laboratório de Biocinética da FCDEF-UC. O risco cardiovascular foi avaliado através de um teste realizado em tapete rolante até atingir 80% da FC_{máx} estimada.

A correlação do rácio relação cintura/anca e perímetro da cintura foi usado como indicadores de obesidade.

Após a avaliação por bioimpedância, as voluntárias se dirigiram até o tapete rolante onde começaram o teste. Neste momento, iniciou-se o protocolo. Desde o início do protocolo até

ao término do mesmo, foi registrada a frequência cardíaca. Terminado o protocolo experimental, procedeu-se à recuperação ativa em tapete rolante durante 4 minutos e passiva em decúbito dorsal durante 20 minutos.

Todos os protocolos foram realizados durante o mesmo horário, de modo a respeitar a homogeneidade dos ciclos circadianos.

3.5 Protocolo do Teste submáximo

O protocolo experimental foi realizado em tapete rolante *HP Cosmos Quasar Sportgerate GMBH D-83365*. Após a recolha dos dados da Bioimpedância, iniciou-se o protocolo a 4 km/h durante 2 minutos. Ao mesmo tempo, iniciou a gravação da frequência cardíaca no cardiofrequencímetro. A cada dois minutos houve um incremento de 1km/h, sendo 2 a 4 minutos as voluntárias andaram aos 5km/h, dos 4 aos 6 com 6 Km/h. O incremento de velocidade ocorreu até atingir a velocidade de 7 km/h, onde a partir deste momento manteu-se a velocidade.

O protocolo experimental no tapete rolante foi interrompido quando atingida 80% da frequência cardíaca máxima estimada ou por incapacidade física das voluntárias em prosseguir com o teste. Neste momento pressionou duas vezes no botão *stop* do cardiofrequencímetro e rapidamente tornou a pressionar duas vezes o botão *start* para determinar a frequência cardíaca.

Terminado o teste, procedeu-se à recuperação ativa em tapete rolante, com velocidade a 5 km/h durante 4 minutos, onde se deu maior ênfase ao 1º minuto de recuperação ativa.

3.6 Análise da Frequência Cardíaca

Foi utilizado um cardiofrequencímetro *Polar S810*, com precisão de medição da frequência cardíaca de $\pm 1\%$ ou ± 1 batimento por minuto. Foi colocada a fita eletromagnética cardíaca, no nível do apêndice xifóide do esterno. Este transmissor possuía um cinto elástico, que ficou posicionado no peito (processo xifóide) e foi ajustado à morfologia das voluntárias, mantendo um relativo conforto e evitando possíveis oscilações da posição do mesmo. Os dados detectados foram enviados para um relógio (receptor). As voluntárias permaneceram em decúbito dorsal em repouso máximo durante dez minutos, onde foi registrada a frequência cardíaca batimento a batimento (intervalo RR ativados). E durante todo o protocolo foi realizado o mesmo procedimento. Estas definições foram ajustadas nas definições do cardiofrequencímetro e analisados por um programa de VFC.

3.6.1 Frequência Cardíaca do Teste

Foi utilizada a fórmula clássica (220-idade) para cálculo da frequência cardíaca máxima e assim poder determinar 80% FC_{máx} nas voluntárias. (Robergs & Landwehr, 2002).

$$FC_{m\acute{a}x} = 220 - idade$$

Equação 2. Fórmula para estimar o valor da FC_{máx}.

$$FC_{80\%} = \frac{(220 - idade) \times 80}{100}$$

Equação 3. Fórmula para determinar 80% da FC_{máx}.

3.7 Análise e tratamento dos dados

Após recolha e armazenamento dos dados relativos à VFC pelo no *software Polar® Pro Trainer 5*, os mesmos foram transferidos para um programa de análise da VFC denominado *Kubios HRV* versão 2.0. Neste programa foi feita a correção dos dados, utilizando o filtro alto para obtenção dos resultados e a conversão em valores que foram gerados através de relatórios específicos recolhidos durante cada teste aplicado da pesquisa para sua posterior análise estatística.

Foram gerados valores descritivos através do cálculo da média e desvio padrão. Para a estatística descritiva foi utilizado o teste não paramétrico para amostras independentes Mann Whitney. Assume-se então o valor de $p < 0.05$. Para o tratamento estatístico dos dados foi utilizado o *pack* estatístico IBM Statistics SPSS 20.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1 Caracterização da Amostra

4.1.1 Massa Corporal

Apesar da massa corporal não ser um fator determinante para a predição de risco cardiovascular, pois inclui vários fatores e não determina com precisão a gordura intra-abdominal, ainda é uma medida muito fácil e muito utilizada para determinar obesidade.

Analisados os valores das médias da massa corporal, concluímos que houve diferença para os grupos. O grupo obeso obteve um maior valor na média de $\pm 12\text{kg}$.

Tabela 3. Tabela das Médias e Desvio padrão da Massa Corporal dos grupos Não-Obesas e Obesas.

MASSA CORPORAL (kg)		
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
NÃO-OBESA	62,67	$\pm 8,53$
OBESA	75,85	$\pm 5,14$

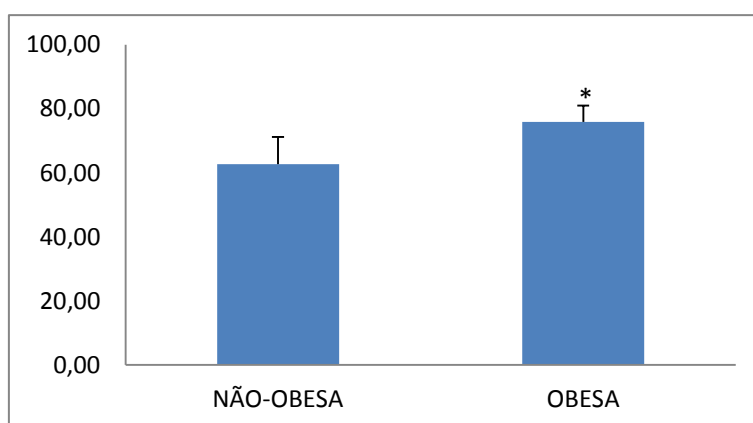


Gráfico 1. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão da Massa Corporal dos grupos Não-obesas e Obesas. Diferença Significativa $*p < 0,05$ / $p = 0,009$.

4.1.2 Estatura

Quando analisados os valores médios da estatura para os grupos, não se encontram diferenças, podendo dizer que para esta caracterização os grupos se comportam de maneira muito parecida.

Tabela 4. Tabela das Médias e Desvio padrão da estatura dos grupos Não-Obesas e Obesas.

ESTATURA (cm)		
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
NÃO-OBESA	1,61	$\pm 0,07$
OBESA	1,63	$\pm 0,07$

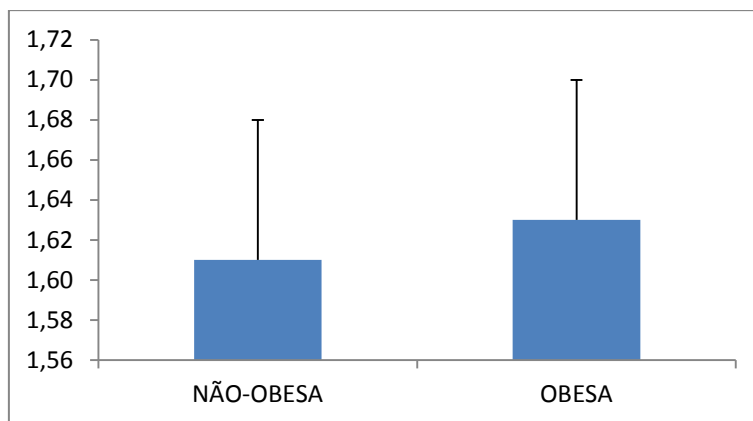


Gráfico 2. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão da estatura dos grupos Não-obesas e Obesas.

4.1.3 Idade

Para a Idade compreendida entre as voluntárias de 20 a 30 anos, houve diferença, sendo a idade do grupo obesas maior e assim terem uma FC_{máx} menor, podendo chegar há um menor tempo de esforço, para que atinjam a FC_{máx}.

Tabela 5. Tabela das médias e Desvio padrão da idade dos grupos Não-Obesas e Obesas.

IDADE (anos)		
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
NÃO-OBESA	22,50	±2,43
OBESA	28	±2,53

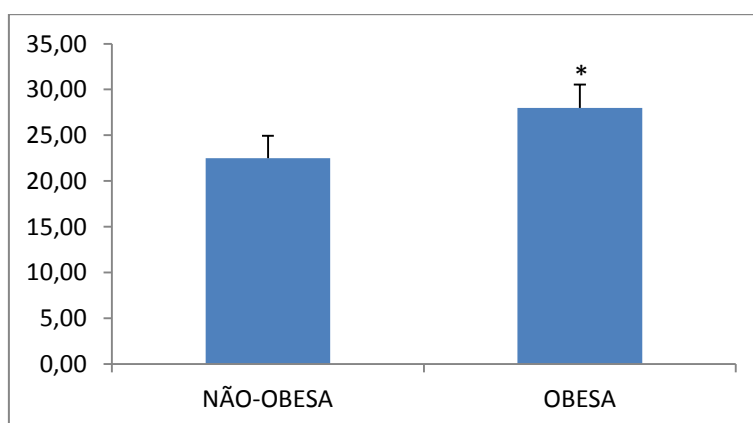


Gráfico 3. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão da idade dos grupos Não-obesas e Obesas. Diferença Significativa * $p < 0,05$ / $p = 0,009$.

4.1.4. Perímetro Cintura

Como publicados em estudos anteriores, o perímetro da cintura é um fator de predição para risco cardiovascular, sendo uma medida simples e adequada que apresenta uma íntima correlação com a acumulação de tecido adiposo abdominal. Segundo ACSM, 2009, uma circunferência da cintura acima dos 88cm para mulheres significa uma maior probabilidade para risco cardiovascular.

Com a divisão dos grupos pelo perímetro da cintura, houve diferença nos valores. As voluntárias obesas tiveram resultados médios muito maiores, sendo assim, concluímos que para este grupo há um possível aumento do risco cardiovascular, causado pelo maior acúmulo de gordura intra-abdominal.

Tabela 6. Tabela das Médias e Desvio padrão do perímetro da cintura dos grupos Não-Obesas e Obesas.

PERÍMETRO CINTURA (cm)		
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
NÃO-OBESA	78,90	±5,27
OBESA	95,83	±4,07

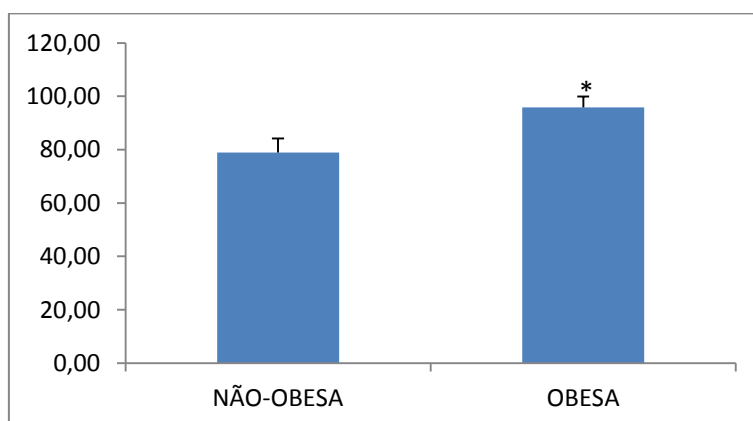


Gráfico 4. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão do perímetro da cintura dos grupos Não-obesas e Obesas. Diferença Significativa * $p < 0,05$ / $p = 0,009$.

4.1.5 Perímetro Anca

Para esta medida antropométrica, também houve diferença, sendo os valores da média da anca em ± 15 cm maior para o grupo obesas.

Tabela 7. Tabela das Médias e Desvio padrão do Perímetro da Anca dos grupos Não-Obesas e Obesas.

PERÍMETRO ANCA (cm)		
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
NÃO-OBESA	99,58	±4,65
OBESA	115,5	±4,76

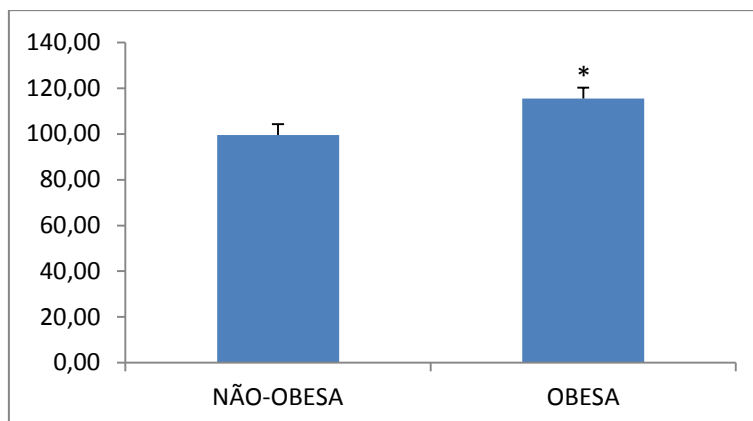


Gráfico 5. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão do perímetro da anca dos grupos Não-obesas e Obesas. Diferença Significativa $*p < 0,05 / p = 0,002$.

4.1.6 Massa de Gordura Corporal Total

Para idades até 30 anos, o percentual de massa gorda proposto pelo ACSM, 2009 é de até 19% de massa gorda.

Usando este critério, podemos concluir que, para a amostra do estudo, todas as voluntárias se encontram acima do padrão normal e ainda assim sendo esse percentual muito maior para o grupo das obesas.

Tabela 8. Tabela das Médias e Desvio padrão da Massa Gorda dos grupos Não-Obesas e Obesas.

MASSA GORDA %		
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
NÃO-OBESA	35,27	±4,47
OBESA	50,2	±9,05

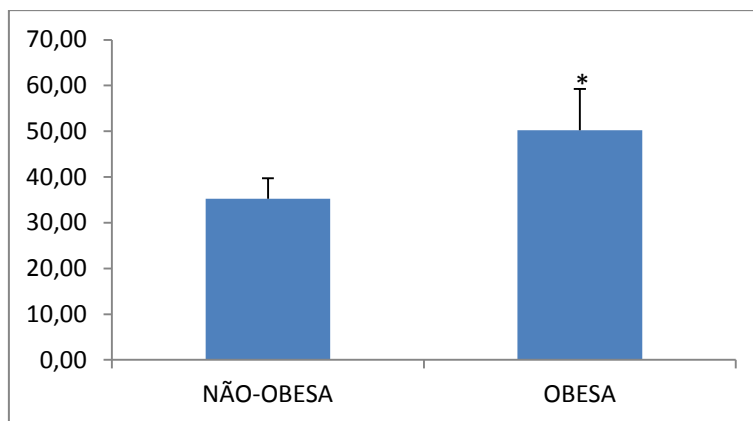


Gráfico 6. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão da massa gorda dos grupos Não-obesas e Obesas. Diferença Significativa * $p < 0,05$ / $p = 0,002$.

4.1.7 Índice de Massa Corporal (IMC)

O IMC, é um índice desenvolvido por estudos científicos que relacionam o peso e a estatura com o estado nutricional. Tendo como padrão para peso normal um valor de IMC entre 20 e 24, houve concordância para este parâmetro na divisão dos grupos Não-Obesas e obesas.

Tabela 9. Tabela das Médias e Desvio padrão do IMC dos grupos Não-Obesas e Obesas.

	IMC	
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
NÃO-OBESA	24,10	$\pm 2,04$
OBESA	29,64	$\pm 2,37$

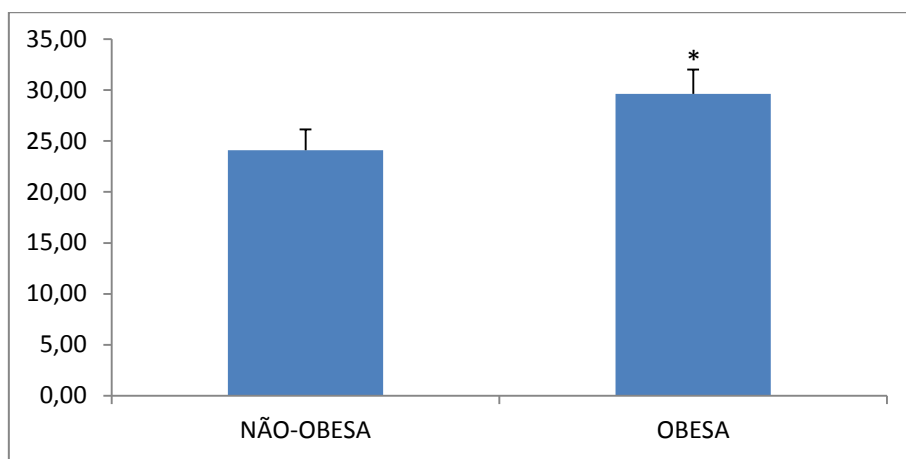


Gráfico 7. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão do IMC dos grupos Não-obesas e Obesas. Diferença Significativa * $p < 0,05$ / $p = 0,002$.

4.1.8 Comparação dos resultados dos grupos Não-Obesas e Obesas dos parâmetros utilizados para caracterização da amostra

Analisando o gráfico, podemos perceber uma diferença entre os grupos, sendo para o grupo obesos os valores dos parâmetros que determinam um grau de obesidade são sempre maiores em valores das médias.

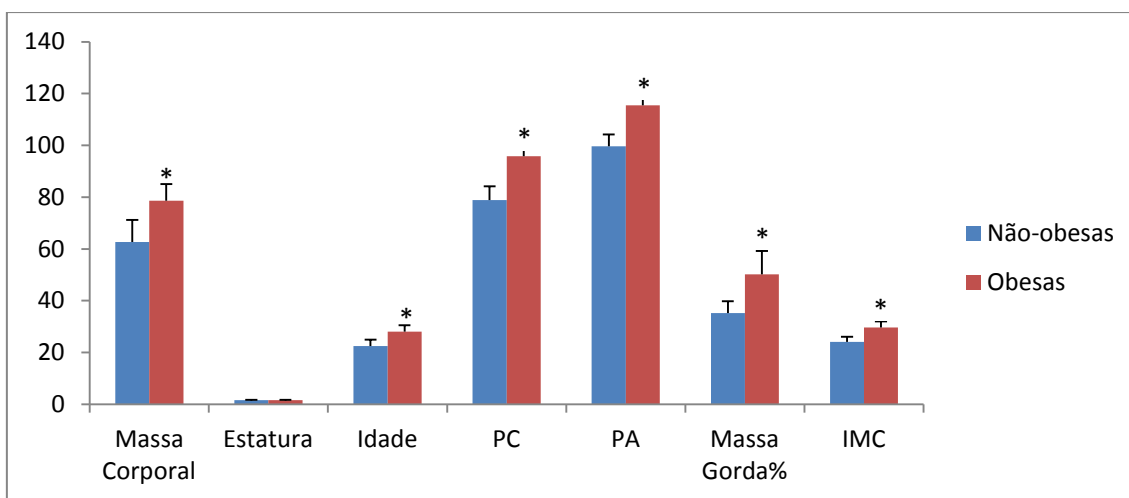


Gráfico 8. Representação Gráfica comparando todos os índices para caracterização da amostra. * $p < 0,05$ IMC, Perímetro Cintura, Perímetro Anca e Massa Gorda ($p = 0,002$) Massa Corporal e Idade ($p = 0,009$)

4.2 Frequência Cardíaca

4.2.1 Frequência Cardíaca Grupo Não-Obesas

Atualmente é indubitável que a resposta da FC durante um esforço é um instrumento valioso na análise para determinar a condição física de um ser humano. Na última década, vários estudos demonstraram o valor prognóstico da recuperação da FC após o esforço.

Podemos verificar nesta tabela que a recuperação passiva aos vinte minutos diminuiu, chegando quase na frequência cardíaca de repouso, sendo um fator de um bom funcionamento cardiovascular.

Tabela 10. Tabela das Médias e Desvio padrão dos valores da Frequência Cardíaca para o grupo Não-Obesas.

FREQUÊNCIA CARDÍACA (bpm)		
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
FCrepouso	69,66	±17,58
FCmáx.	197,83	±2,63
1ºRec Ativa	127,83	±19,18
20ºRec Passivo	72,5	±10,59

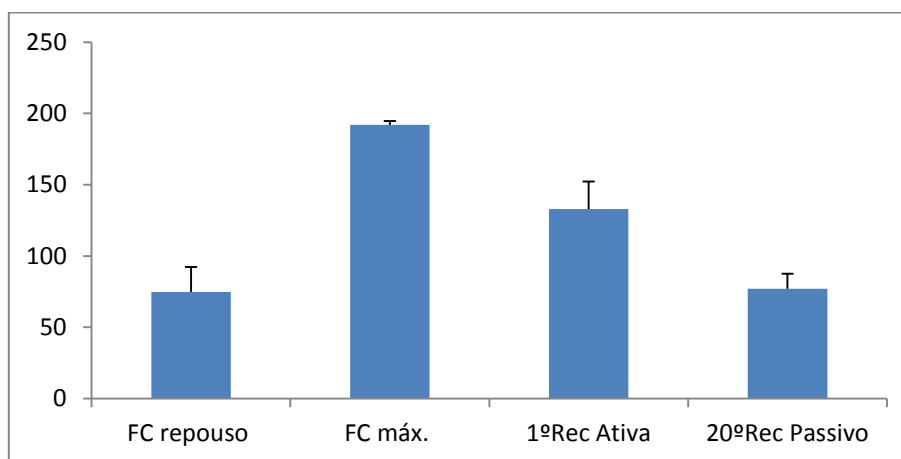


Gráfico 9. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão da Frequência Cardíaca do grupo Não-obesas.

4.2.2 Frequência Cardíaca Grupo Obesas

Para este grupo, também houve um bom funcionamento da frequência cardíaca quando comparados os valores da FC repouso e os vinte minutos de recuperação passiva, atingindo assim um valor muito parecido para os grupos.

Tabela 11. Tabela das médias e Desvio padrão dos valores da Frequência Cardíaca para o grupo Obesas.

FREQUÊNCIA CARDÍACA (bpm)		
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
FCrepouso	74,83	±8,84
FCmáx.	192	±2,52
1ºRec Ativa	133	±8,02
20ºRec Passivo	77	±9,89

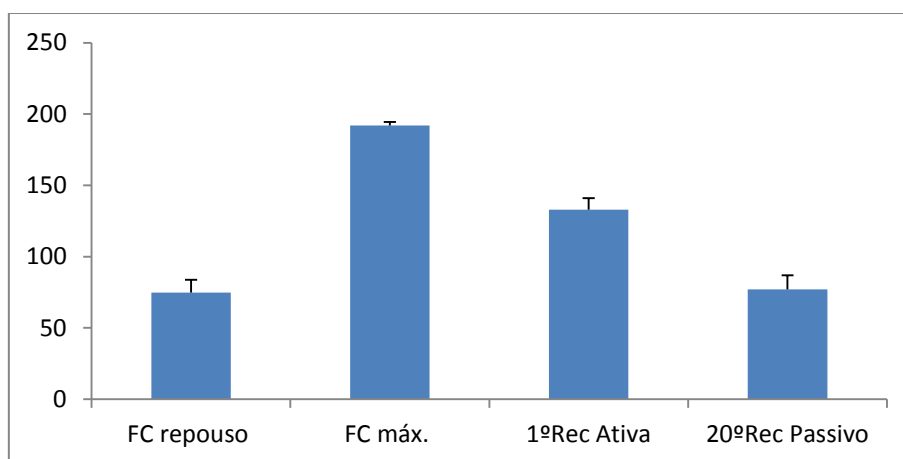


Gráfico 10. Representação gráfica dos valores médios e desvio padrão da Frequência Cardíaca do grupo Obesas.

4.2.3 Comparação da Frequência Cardíaca para os grupos Não-Obesas e Obesas

Quando comparados os valores médios da frequência cardíaca para os dois grupos, podemos concluir que há diferença apenas para FCmáx, determinada pela fórmula $220 - \text{idade}$, podendo ser explicada pelos valores de idade do grupo obesos serem maiores. Já para os outros momentos analisados, os valores das médias foram parecidos.

Concluimos que quando analisados somente os valores da frequência cardíaca, não há concordância em divisão de grupos em obesos e não-obesos, quando a análise usada é um padrão de obesidade para se determinar um possível risco cardiovascular determinado através dos valores obtidos através da frequência cardíaca.

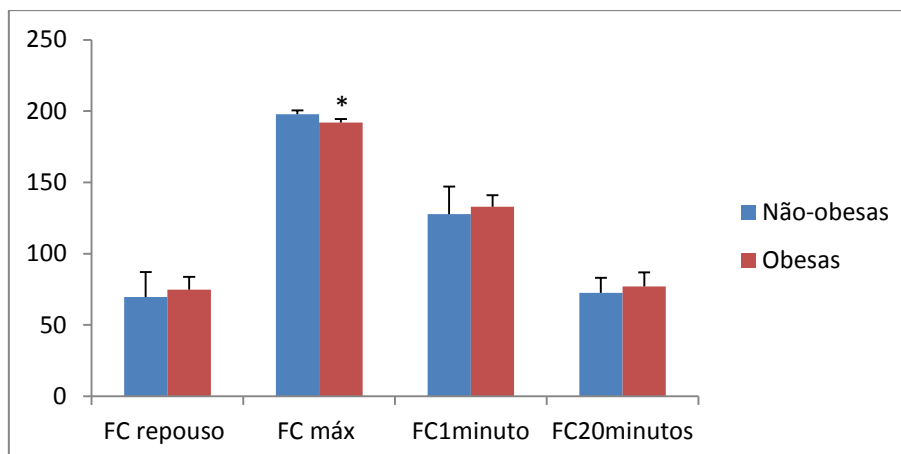


Gráfico 11. Representação gráfica dos valores médios e Desvio padrão dos valores da Frequência Cardíaca para os grupos Não-Obesas e Obesas. Diferença significativa $*p < 0,05$ / FCmáx. $p = 0,009$.

4.3 Parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca

4.3.1 Parâmetro da Variabilidade da Frequência Cardíaca ao primeiro minuto para o grupo Não-Obesas

Nota-se maior variabilidade da frequência cardíaca para o parâmetro LF1, podendo ser explicado por estudos anteriores que comprovam que durante o esforço há um aumento do sistema nervoso simpático e assim somente com apenas um minuto de recuperação ativa ser ainda pouco tempo para que a modulação do sistema nervoso parassimpático atue em maior proporção, sendo ainda utilizado em maior proporção o sistema nervoso simpático.

Tabela 12. Tabela das Médias e Desvio Padrão dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para recuperação ativa ao primeiro minuto para o grupo Não-Obesas.

1ºMINUTO		
	MÉDIAS	DESVIO PADRÃO
SDNN1	17,4	±5,51
RMSSD1	4,33	±1,63
LF1	86,71	±6,29
HF1	13,3	±6,29
LFHF1	9,18	±7,39

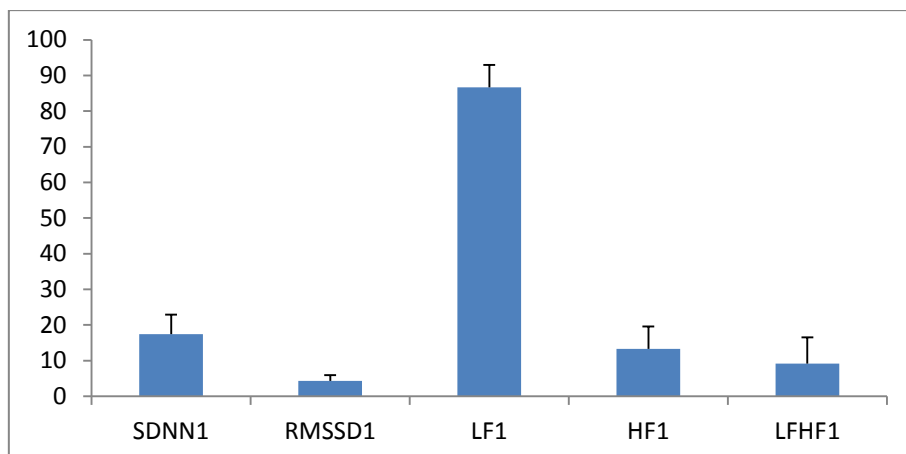


Gráfico 12. Representação gráfica das Médias e Desvio Padrão dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para recuperação ativa ao primeiro minuto para o grupo Não-Obesas.

4.3.2 Parâmetro da Variabilidade da Frequência Cardíaca ao primeiro minuto para grupo Obesas

Sabendo que durante o esforço há um aumento na atividade simpática, podemos dizer que quando olhamos os valores do gráfico vemos que há uma atuação do sistema nervoso simpático, sendo seu comportamento muito parecido nos dois grupos para o primeiro minuto de recuperação ativa.

Tabela 13. Tabela das Médias e Desvio Padrão dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para recuperação ativa ao primeiro minuto para o grupo Obesas.

1º MINUTO		
	MÉDIAS	DESVIO PADRÃO
SDNN1	22,83	±8,68
RMSSD1	4,45	±1,49
LF1	86,75	±6,41
HF1	13,25	±6,41
LFHF1	9,53	±8,56

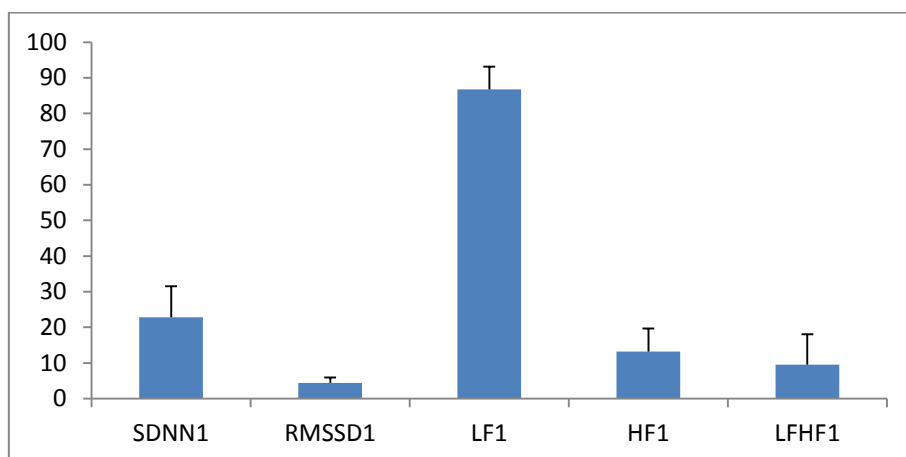


Gráfico 13. Representação gráfica das Médias e Desvio Padrão dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para recuperação ativa ao primeiro minuto para o grupo Obesas.

4.3.3 Comparação dos Parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para os grupos Não-Obesas e Obesas

O sistema nervoso simpático tem o seu papel na causa da obesidade, pois sua atividade reflete no balanço energético e é responsável pela regulação da pressão arterial, controle dos batimentos cardíacos por minuto e gasto energético.

Ao compararmos os parâmetros para a recuperação ativa ao primeiro minuto, chegamos a uma conclusão de que quando divididos os grupos em Não-obesas e Obesas, vimos um comportamento muito parecido, não obtendo diferenças para esta relação entre obesidade e sistema nervoso simpático quando analisados os parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca.

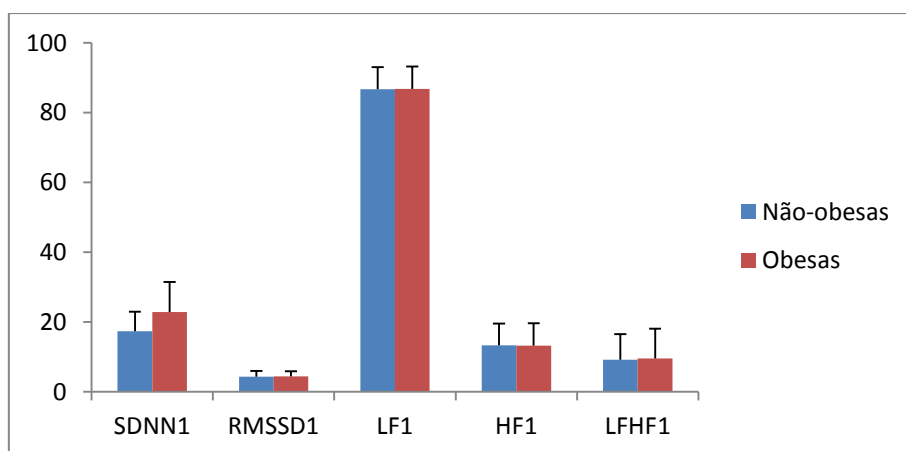


Gráfico 14. Representação Gráfica dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para o primeiro minuto de recuperação ativa.

4.3.3 Parâmetro da Variabilidade da Frequência Cardíaca aos vinte minutos para o grupo Não-Obesas

Para os 20 minutos de recuperação passiva, já se nota uma melhor distribuição nos parâmetros.

Mesmo após 20 minutos de repouso e já sabendo que a frequência cardíaca atinge seu nível de repouso neste tempo, ainda há uma maior ativação do sistema nervoso simpático, determinado pelo parâmetro LF20, mas com comparação a recuperação ativa ao primeiro minuto, ocorre um aumento considerável do sistema nervoso parassimpático determinado pelo parâmetro HF20.

Tabela 14. Tabela das Médias e Desvio Padrão dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para recuperação passiva aos vinte minutos para o grupo Não-Obesas.

20 MINUTOS		
	MÉDIAS	DESVIO PADRÃO
SDNN20	72,8	±24,03
RMSSD20	26,83	±10,77
LF20	59,36	±17,98
HF20	40,61	±17,96
LFHF20	1,92	±1,35

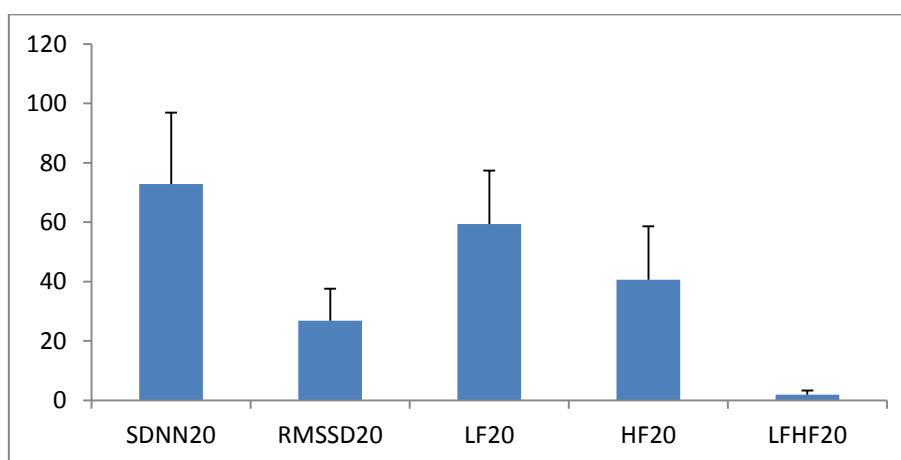


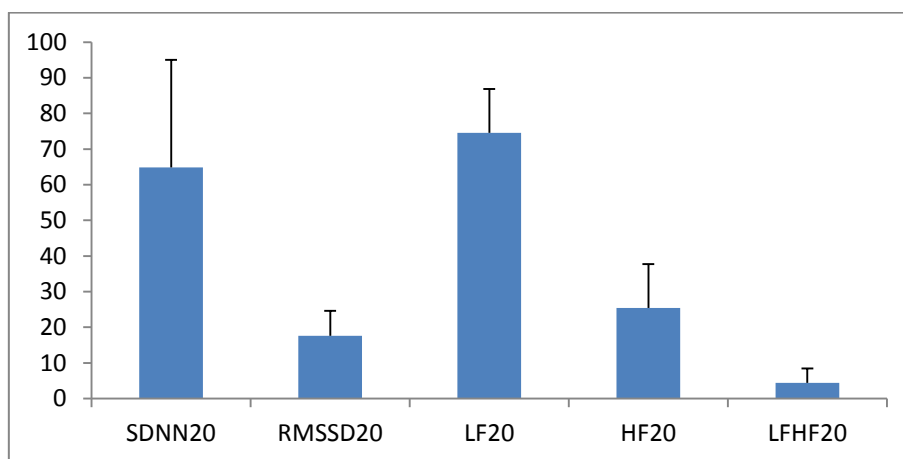
Gráfico 15. Representação gráfica das Médias e Desvio Padrão dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para recuperação passiva aos vinte minutos para o grupo Não-Obesas.

4.3.2 Parâmetro da Variabilidade da Frequência Cardíaca aos vinte minutos para o grupo Obesas

Ao analisarmos os parâmetros aos vinte minutos de recuperação passiva, ainda encontramos uma ativação do sistema nervoso simpático, mas com uma maior ativação do sistema nervoso parassimpático determinado pelo parâmetro HF20 em relação ao primeiro minuto de recuperação ativa e também um aumento do parâmetro SDNN20.

Tabela 15. Tabela das Médias e Desvio Padrão dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para recuperação passiva aos vinte minutos para o grupo Obesas.

20 MINUTOS		
	MÉDIAS	DESVIO PADRÃO
SDNN20	64,86	±30,17
RMSSD20	17,63	±7,00
LF20	74,55	±12,28
HF20	25,45	±12,28
LFHF20	4,41	±4,06



4.3.3 Comparação dos Parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para os grupos Não-Obesas e Obesas.

Quando comparados os grupos nos parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca aos 20 minutos de recuperação passiva, não houve diferença.

Para um bom funcionamento do sistema cardiovascular é preciso que ocorra em períodos de recuperação pós esforço e repouso uma maior ativação do sistema nervoso parassimpático. Para o grupo não-obesas esse fator de determinação ocorre em melhor proporção tendo uma diminuição do sistema nervoso simpático e aumento do sistema nervoso parassimpático.

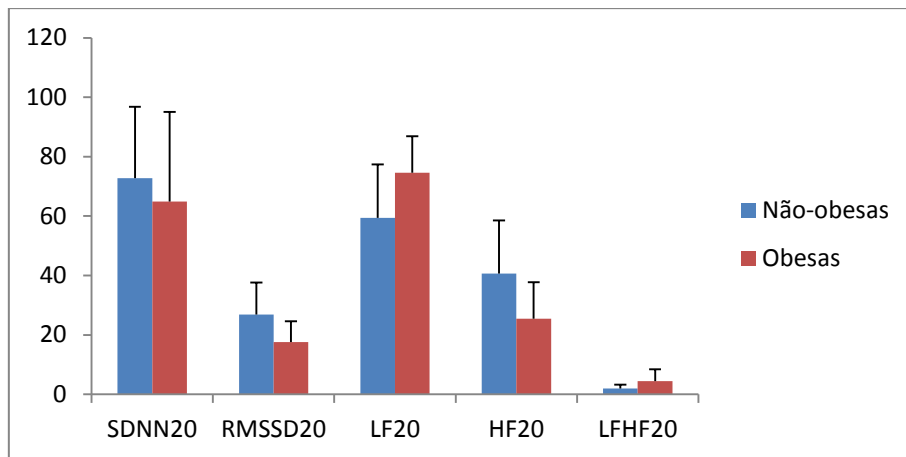


Gráfico 16. Representação Gráfica dos valores dos parâmetros da Variabilidade da Frequência Cardíaca para os vinte minutos de recuperação passiva.

CAPÍTULO 5

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Medidas antropométricas

O ser humano difere em relação à localização da gordura corpórea (Lohman, 1992; Mancini, 2001).

Na adiposidade central a distribuição de tecido adiposo se dá preferencialmente no nível do tronco, com deposição aumentada em região intra-abdominal. A distribuição da gordura corporal pode ser verificada por uma variedade de procedimentos antropométricos. A RCA tem sido usada em adultos, porém estudos mostram que o PC pode ser uma ferramenta mais segura para determinar adiposidade central (Molarius *et al.*, 1999; Taylor, 2000; Kragelund *et al.*, 2005).

Quando ocorre a divisão por medidas antropométricas como: Perímetro da Cintura, Relação Cintura/Anca e IMC como determinantes de obesidade e predição do risco cardiovascular, concluímos que para todos os parâmetros utilizados para determinar obesidade os valores das médias foram maiores para o grupo das obesas.

5.2 Frequência Cardíaca

Para a análise da frequência cardíaca ao primeiro minuto de recuperação ativa, podemos concluir que, para a divisão dos grupos em Não-obesas e Obesas o comportamento é muito parecido. Isso pode ser determinado pelo tempo de recuperação ser muito curto. Já se sabe na literatura que ocorre um aumento de risco cardiovascular se a frequência cardíaca não diminuir 12 bpm após recuperação ao primeiro minuto.

Foram analisadas as médias e com esses valores não encontramos diferenças em determinar que para o grupo obesas existe um aumento no fator do risco cardiovascular causado por vários fatores determinados pela obesidade.

Para análise aos vinte minutos de recuperação passiva também não ocorre essa diferença entre os grupos. Quando comparado a frequência cardíaca de repouso e frequência cardíaca aos vinte minutos de recuperação passiva, vimos que os valores são muito parecidos, determinando que para os dois grupos ocorre um bom funcionamento do sistema cardiovascular na regulação da frequência cardíaca causado por inúmeros fatores.

5.3 Variabilidade da Frequência Cardíaca

A variabilidade da frequência cardíaca é um marcador quantitativo da atividade autonômica. Sabe-se que o tecido adiposo não representa apenas o maior reservatório de energia no organismo, mas também um órgão com múltiplas funções e, dependendo dos locais nos quais há depósito de gordura, diferentes respostas biológicas são observadas (Hermsdorff *et al.*, 2004).

Para a variabilidade da frequência cardíaca no domínio de tempo foram analisados os parâmetros SDNN, RMSSD e os parâmetros no domínio frequência, LF, HF e rácio LF/HF, sendo valioso no diagnóstico e tratamento de complicações cardiovasculares e ainda, como uma ferramenta complementar na prescrição de exercício físico para sedentários, atletas e profissionais médicos para determinação de doenças cardiovasculares e morte súbita (Rumenig *et. al*, 2007). Nos parâmetros SDNN e RMSSD, notamos um valor aumentado para o grupo não-obesas e como proposto pela (Task Force of European Society of Cardiology, 1996) quanto maior for a variabilidade desses parâmetros melhor condição física e menos probabilidade de doenças cardiovasculares.

Sabendo que anormalidades e diminuição na modulação da atividade parassimpática são apontadas como uma possível ligação para doenças cardiovasculares com a associação entre diminuição da frequência cardíaca na recuperação após o exercício físico (Nishime *et al.*,2000), podemos concluir também com base em estudos publicados pela (Task Force European Society Cardiology, 1996), que HF corresponde à modulação respiratória e é indicador de influência partilhada com predomínio vagal, sendo assim,o comportamento na recuperação ativa ao primeiro minuto para os dois grupos foi muito parecido.

Nos primeiros segundos do exercício físico, há um aumento do sistema nervoso simpático por inibição da atividade vagal. Um indivíduo que não consiga aumentar sua frequência cardíaca na fase inicial do exercício físico pode estar sinalizando deficiência da atividade vagal. (Araújo *et al.*, 1985).O parâmetro da variabilidade da frequência cardíaca de baixa frequência LF teve uma maior variabilidade quando analisado o primeiro minuto de recuperação ativa com aumento no sistema nervoso simpático durante a realização de exercício físico e sua diminuição no período de vinte minutos de recuperação passiva.

Sabendo que a diminuição da variabilidade da frequência cardíaca constitui um importante fator prognóstico para o aparecimento de eventos cardíacos em indivíduos previamente saudáveis, podemos concluir que para os grupos que possuem uma maior atuação do sistema nervoso simpático na fase da recuperação passiva a probabilidade de se ter um risco cardiovascular aumentado é maior.

Para a análise do domínio de frequência, concluímos que houve um aumento de LF para o primeiro minuto de recuperação ativa para os dois grupos e uma maior variabilidade do parâmetro HF para o grupo não-obesas somente quando analisados os vinte minutos de recuperação passiva.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO

Quando comparados os grupos em Não-obesas e obesas, concluímos, que para as medidas antropométricas como perímetro da cintura, perímetro da anca, IMC e de composição corporal massa corporal e percentual de massa gorda, o grupo das obesas apresentaram valores maiores.

Para a frequência cardíaca, não foi obtido diferenças para a divisão dos grupos, que se comportaram atingindo valores parecidos e voltando as vinte minutos de recuperação passiva com valores parecidos ao de repouso.

Já para os parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca como SDNN1, RMSSD1, HF1, LH1 e HFLF1 também não houve diferenças, sendo LF1 como predomínio da atividade simpática sempre aumentado. Já para os parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca como SDNN20, RMSSD20, HF20, LF20 e HFLF20 notamos que para o grupo não-obesas houve uma maior variabilidade no parâmetro HF20, sendo assim, uma maior atuação do sistema nervoso parassimpático.

6.1 Recomendação para futuros estudos

- Aumentar número da amostra.
- Junto com análise da VFC analisar parâmetro ventilatorio, sendo um fator influenciável para o aumento da VFC.

CAPÍTULO 7

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acthen, J.; Jeukendrup, A.E. Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Medicine, Stuttgart*, v.30, n.7, p.517-38, 2003

Barreto, S.; Pinheiro, A.; Sichieri, L.; Monteiro, C.; Filho M.; Schmidt, M.; Lotufo, P; Assis, A.; Guimarães, V.; Renice, E.; Victoria, C.; Coitinho, D. & Passos, V. (2005). Análise da Estratégia global para alimentação, atividade física e saúde, da organização mundial de saúde. *Epidemiologia & Saúde* 14(1), 41-58.

Bigger JT Jr, Fleiss JL, Steinman RC, Rolnitzky LM, Kleiger RE, Rottman JN. Frequency domain measures of heart period variability and mortality after myocardial infarction. *Circulation* 85: 164 – 171, 1992.

Billman GE, 2009. Cardiac autonomic neural remodeling and susceptibility to sudden cardiac death: effect of endurance exercise training. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*.297: H1171–H1193.

Björntorp P. Body fat distribution, insulin resistance, and metabolic diseases. *Nutrition* 1997 ; 13:795-803.

Bryan E, Bledsoe; Robert S. Porter, Richard A. Cherry. *Intermediate Emergency Care*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hill, 2004. 260 p.

Brodie, D.A. , Stewart, A.D. - *Body composition measurement: A hierarchy of methods*. *J Pediatr Endocrinol Metab*, 12:801-816, 1999.

Carrasco F., Reyes E., Rimler O., Rios F. Exactitud del índice de masa corporal en la predicción de la adiposidad medida por impedanciometría bioeléctrica. *Arch Latinoam. Nutr* 2004; 54(3):280-6.

Catai AM, Chacon-Mikahil MP, Martinelli FS, Forti VA, Silva E, Golfetti R, et al. 2002. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. *Braz J Med Biol Res*;35(6):741-52.

Chacon-Mikahil MP, Forti VA, Catai AM, Szczer JS, Golfetti R, Martins LE. 1998. Cardiorespiratory adaptations induced by aerobic training in middle-aged men: the importance of a decrease in sympathetic stimulation for the contribution of dynamic exercise tachycardia. *Braz J Med Biol Res*;31(5):705-12.

Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med*. 1999;341:1351-1357.

Cômodo Aro, Dias ACF, Tomaz BA, Silva-Filho AA, Werustsky CA, Ribas DF, Spolidoro J, Marchini JS. Utilização da Bioimpedância para avaliação da massa corpórea. Sociedade Brasileira de Nutrição, 2009.

Dalton M. Waist circumference, waist-hip ratio and body mass index and their correlation with cardiovascular disease risk factors in Australian adults. *J Intern Med* 2003; 254: 555–563.

Dentali F, Sharma AM, Douketis JD: Management of hypertension in overweight and obese patients: a practical guide for clinicians. *Curr Hypertens Rep* 2005, 7:330-336.

Duarte, Y.; Lebrão, M.; Santos, J. & Laurenti, R. Impacto do sedentarismo na incidência de doenças crônicas e incapacidades e na ocorrência de óbitos entre idosos do Município de São Paulo. *Saúde Coletiva*: (2005); 05(24), 183-188.

Eisenmann JC, Heelan KA, Welk GJ. Assessing body composition among 3-to-8-year-old children: anthropometry, BIA, and DXA. *Obes Res* 2004;12:1633-40.

Fernández JR, Redden DT, Pietrobelli A, Allison DB. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr*. 2004; 145: 439-44.

Fonseca-Alaniz MH, Takada J, Alonso-Vale MI, Lima FB. O tecido adiposo como centro regulador do metabolismo. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2006;50:216-29.

Fronchetti L, Nakamura FY, Aguiar CA, De-Oliveira FR. Indicadores de regulação autonômica cardíaca em repouso e durante exercício progressivo – aplicação do limiar de variabilidade da frequência cardíaca. *Rev Port Ciên Desp*. 2006; 6(1):21-8.

Fronchetti, L Nakamura FY, De-Oliveira FR, Lima-Silva AE, Lima JRP. Effects of high-intensity interval training on heart rate variability during exercise. *JEP Online*. 2007; 10(4):1-9.

Frohlich ED. Methyldopa: mechanisms and treatment 25 years later. *Arch Intern Med* 1980;140:954

Gudivaka R, Schoeller D, Kushner RF. Effects of skin temperature on multifrequency bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol* 1996;81:838-45.

Guyton AC, Hall JE. *Tratado de Fisiologia Médica*. Elsevier edição 11, 2006.

Germán Vicente-Rodríguez, Juan P. Rey-López, Maria I. Mesana; Reliability and Intermethod Agreement for Body Fat Assessment Among Two Field and Two Laboratory Methods in Adolescents;221–228, 2011.

Gallo Jr L, Maciel BC, Marin-Neto JA, Martins LE, Lima-Filho EC, Golfetti R, et al. 1995. Control of heart rate during exercise in health and disease. *Braz J Med Biol Res*;28(11-12):1179-84.

Gallo Jr L, Morelo Filho J, Maciel BC, Marin Neto JA, Martins LE, Lima Filho EC. 1987. Functional evaluation of sympathetic and parasympathetic system in Chagas' Disease using dynamic exercise. *Cardiovasc Res*;21(12):922-7.

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

Gray, D.S. *Diagnóstico e prevalência da obesidade*. In: BRAY, G.A. (Editor) *Clínicas médicas da América do Norte: obesidade*. Rio de Janeiro: INTERLIVROS, p. 319, Vol. 1, 1989.

Guedes D.P. Recursos antropométricos para análise da composição corporal. 2006.

Gudes, D.P. *Composição corporal: princípios, técnicas e aplicações*. 2. ed. rev., Londrina: APEF,

Guyton AC, Hall JE. 2006. *Tratado de Fisiologia Médica*. Elsevier edição 11.

- Han TS, van Leer EM, Seidell JC, Lean ME. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. *BMJ*. 1995;311(7017):14015.
- Hayano J, Skakibara Y, Yamada M, Kamiya T, Yamada M. 1991. Accuracy of assessment of cardiac vagal tone by heart rate variability in normal subjects. *Am J Cardiol*;76:199-204.
- Tsuji H, Larson MG, Venditti FJ et al - Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events. *Circulation* 1996; 94: 2850-5.
- Hermesdorff, H.H.M.; Monteiro, J.B.R. Gordura visceral, subcutânea ou intramuscular: onde está o problema? *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. vol.48.núm.6. São Paulo.dez.2004.p.803-811
- Heitmann B. Impedance: a valid method in assessment of body composition? *Eur J Clin Nutr* 1994;48:228-40.
- Heyward V.H., Stolarczyk L.M. - *Applied Body Composition Assessment*. Champaign, IL, Human Kinetics, 1996.
- Heyward VH, Stolarczyk LM. *Avaliação da composição corporal*. São Paulo: Manole; 2000.
- Imai K, Sato H, Hori M, et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol*. 1994;24:1529-1535.
- Jason NG *et al.*, 2009. Autonomic effects on the spectral analysis of heart rate variability after exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*.297: H1421–H1428.
- Junqueira Jr LF. Sobre o possível papel da disfunção autonômica cardíaca na morte súbita associada à doença de Chagas. *Arq Bras Cardiol*; (1990) 56(6):429-34.
- Kamath MV, Fallen EL. Power spectral analysis of heart rate variability: a noninvasive signature of cardiac autonomic function. *Cret Rev Biomed Eng*. 1994;21:245-311.
- Keenan, N. L; Strogatz, D. S.; James, A. S.; Ammerman, A. S. & Rice, B. L., 1992. Distribution and correlates of waist-to-hip ratio in black adults: The Pitt County Study. *American Journal of Epidemiology*, 135:678-68
- Kragelund C, Omland T. A farewell to body-mass index? *Lancet* 2005;366(9497):1589-91.
- Kingsley M, Lewis MJ, Marson RE. 2005. Comparison of polar S810 and an ambulatory ECG system for RR interval measurement during progressive exercise. *Int J Sports Med*;26(1):39-44.
- Klaus S. Adipose tissue as a regulator of energy balance. *Curr Drug Targets*. 2004;5:1-10.
- Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am J Clin Nutr*. 1996; 64:(Suppl):S423-7.
- Levy MN. 1990. Autonomic interactions in cardiac control. *Ann NY AcadSci*; 601:209-21.
- Lohman TG. *Advances in body composition assessment*. Champaign (IL): Human Kinetics; 1992.
- Longo A, Ferreira D, Correia MJ. Variabilidade da frequência cardíaca. *Rev Port Cardiol*. 1995;14(3):241-62.

Lopes FL, Pereira FM, Reboredo MM, Castro TM, Vianna JM, Novo Jr JM, et al. Redução da variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos de meia-idade e o efeito do treinamento de força. *Rev Bras Fisioter.* 2007; 11(2):113-9.

Lucieli Teresa Cambri, LT; Fronchetti, L.; De-Oliveira, FB & Gevaerd, MS. Variabilidade da frequência cardíaca e controle metabólico. *Arq Sanny Pesq Saúde* 1(1):72-82, 2008.

Marães VR, Silva E, Catai AM, Novais LD, Moura MS, Oliveira L, et al. Identification of anaerobic threshold using heart rate response during dynamic exercise. *Braz J Med Biol Res*; 2005 38(5):731-5.

Marães, V.R. Frequência cardíaca e sua variabilidade: análises e aplicações. *Rev Andal Med Deporte.* 2010;3(1):33-42

McCrorry MA, Gomez TD, Bernauer EM, Molé PA. Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:1686-91.

Molarius A, Seidell JC, Sans S, Tuomilehto J, Kuulasmaa K. Waist and hip circumferences, and waist-hip ratio in 19 populations of the WHO MONICA Project. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999; 23:116-25

Nakamura FY, Aguiar CA, Fronchetti L, Aguirra AF, Lima JRP. Alteração do limiar de variabilidade da frequência cardíaca após treinamento aeróbio de curto prazo. *Motriz.* 2005; 11(1):1-10.

Negrão, C.; Trombetta, I.; Tinucci, T. & Cláudia, F. O Papel do sedentarismo na obesidade. *Revista Brasileira de Hipertensão*, 2, 149-155 (2000).

Nishime EO, Cole CR, Blackstone EH, Pashkow F, Lauer MS. Heart rate recovery and treadmill exercise score as predictors of mortality in patients referred for exercise ECG. *JAMA.* 2000; 284: 1392-8.

Paschoal, MA; Trevizan, PF & Scodeler, NF. Variabilidade da Frequência Cardíaca, Lípidos e Capacidade Física de Crianças Obesas e Não-Obesas. *Arq Bras Cardiol* 2009; 93(3): 239-246

Pereira, R. A.; Sichieri, R. & Marins, M. Razão cintura/quadril como preditor de hipertensão arterial. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 15(2):333-344, abr-jun, 1999.

Pierón, M. Estilo de Vida prática de atividades físicas e esportivas e qualidade de vida. *Fitness e Performance Journal*, 3 (1), pp. 10-17, 2004.

PICHOT, V.; ROCHE, F. GASPOZ, J.M.; ENJOLRAS, F.; ANTONIADIS,A.; MININI, P.; COSTES, F.; BUSSO, T.; LACOUR, J.R.; BARTHELEMY,J.C. Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.32, n.10, p.1729-36, 2000.

PIMENTEL, A.S. et al. Polar S810 como recurso alternativo ao eletrocardiograma no teste de exercício de 4 segundos. *Arq. Bras. Cardiol.*, São Paulo, v. 94, n. 5, Maio 2010.

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

Riva P, Martini G, Rabbia F, Milan A, Paglieri C, Chiandussi L, et al. Obesity and autonomic function in adolescence. *Clin Exp Hypertens.* 2001; 23 (1-2): 57-67.

Robergs, RA & Landwehr, R. The surprising history of the “hrmax=220-age” equation. An International Electronic Journal Volume 5 Number 2 May 2002

Rumenig, E ; Bertuzzi RM; Nakamura*, FY; Franchini, J & Matsushigue, KA; kiss AD. Cinética e variabilidade da frequência cardíaca mediante exercício físico predominantemente aeróbio: influência da intensidade e do tempo de análise. Rev. bras. Educ. Fis. Esp., São Paulo, v.21, n.3, p.205-18, jul./set. 2007 • 205

Sardinha, L.B.; Lohman, T.G.; Teixeira, P.J.; Guedes, D.P.; Going, S.B. *Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men.* American Journal of Clinical Nutrition, v.68, n.4, p.786-793, 1998.

Silva, AM; Sardinha, LB – *Nutrição Exercício e Saúde. Capítulo III; Adiposidade corporal: métodos de avaliação e valores de referências-* p. 135-175, 2008.

Scheeret *al.*, 2010. Impact of the human circadian system, exercise, and their interaction on cardiovascular function. *PNAS*. November 23, vol.107no. 47.

Sloan *et al.*, 2009. The Effect of Aerobic Training and Cardiac Autonomic Regulation in Young Adults. *American Journal of Public Health*. Vol99, May No. 5.

Soar, C; Vasconcelos, F; Assis, M. A relação cintura quadril e o perímetro da cintura associados ao índice de massa corporal em estudo com escolares. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 20(6):1609-1616, nov-dez, 2004.

Sönmez K, Akçakoyun M, Akçay A, Demir D, Duran NE, Gençbay M, Degertekin M, Turan F. Which method should be used to determine the obesity, in patients with coronary artery disease? (Body mass index, waist circumference or waist-hip ratio). *Int J Obes*. 2003; 27(3):341-6

Sztajzel J, 2004. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system. *Swiss Med Wkly*. 134:514–522

Schroeder EB, Chambles LE, Prineas RJ, Evans GW, Rosamond GW, Heiss G. Diabetes, glucose, insulin, and heart rate variability. *Diabetes Care*, 2005; 28(3):668-4.

Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology. Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use 93 (5):1043-1065, Londres, 1996.

Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measures by dual-energy by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. *Am J Clin Nutr* 2000; 72:490-5.

Tulppo MP, Makikallio TH, Seppanen T, Laukkanen RT, Huikuri HV. 1998. Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical fitness. *Am J Physiol*;274(2 Pt 2):H424-9.

Valdez R, Seidell JC, Ahn YI, Weiss KM. A new index of abdominal adiposity as an indicator of risk for cardiovascular disease. A cross-population study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1993;17:77-82

Vanderleiet *al.*, 2009. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 24(2): 205-217.

Witt KA, Bush EA. College athletes with an elevated body mass index often have a high upper arm muscle area, but not elevated triceps and subscapular skinfolds. *J Am Diet Assoc.* 2005;105(4):599-602.

Williamson JW, Nóbrega AC, Winchester SZ, Mitchell JH. 1995. Instantaneous heart rate increase with dynamic exercise: central command and muscle-heart reflex contributions. *J Appl Physiol*;78(4):1273-9.

Wajchenberg BL. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocr Rev.* 2000;21:697-738

WHO (World Health Organization). *Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Report of a WHO Expert Committee.* WHO Report Series 854 (1995) Geneva: WHO.