

RICARDO FONTES MACÊDO

O sobrepeso não influencia as respostas
cardiovasculares e autonômicas cardíaca ao exercício
de força em adolescentes.

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-
Graduação em Educação Física da
Universidade Federal de Sergipe como
requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Brandão Wichi

SÃO CRISTÓVÃO

2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

M141s Macedo, Ricardo Fontes
O sobrepeso não influencia as respostas
cardiovasculares e autonômicas cardíaca ao exercício
de força em adolescentes / Ricardo Fontes Macedo ;
orientador Rogério Brandão Wichi. – São Cristóvão,
2014.
65 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) -
Universidade Federal de Sergipe, 2014.

1. Exercícios físicos – Aspectos da saúde. 2. Sistema
cardiovascular. 3. Adolescentes. I. Wichi, Rogério
Brandão, orient. II. Título.

CDU 796:612.1-053.6

RICARDO FONTES MACÊDO

O sobrepeso não influencia as respostas
cardiovasculares e autonômicas cardíaca ao exercício
de força em adolescentes

Dissertação ou Tese apresentada ao Núcleo
de Pós-Graduação em Educação Física da
Universidade Federal de Sergipe como
requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Educação Física.

Aprovada em: ____/____/____

Orientador: Prof. Dr. Rogério Brandão Wichi

1º Examinador: Prof. Dra. Kátia De Angelis

2º Examinador: Prof. Dr. Emerson Pardono

PARECER

AGRADECIMENTOS

A Deus, o que seria de mim sem a fé que eu tenho nele.

Aos meus pais, irmão, e a toda minha família que, como muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

A meu orientador Rogério, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta dissertação.

Aos professores e coordenadores do curso, pelo convívio, pelo apoio, pela compreensão e pela amizade.

A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta monografia. E também aos professores que fizeram parte da minha banca com os conselhos sinceros e proveitosos.

Aos amigos e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constantes.

A todas as instituições que disponibilizaram seus espaços para a realização desta pesquisa (IFS, Centro de Excelência do Tênis, Clínica Santa Sophia, Instituto Luciano Barreto Junior (ILBJ), Colégio Águia, Colégio de Aplicação, Colégio do Sesi, Colégio Anízio Azevedo)

A todos adolescentes que foram voluntários a participar da pesquisa.

A todos aqueles que foram essenciais em diferentes momentos desta pesquisa, como Elber Gama (colega de mestrado e prof. do IFS, Arthur Navajas (colega de mestrado), Roberto Maynard (Coordenador da Academia do CET), Tio Dida (Clínica Santa Sophia, aos funcionários do colégio Sesi, Anízio Azevedo, Águia, Aplicação e do ILBJ.

O sobrepeso não influencia as respostas cardiovasculares e autonômicas cardíaca ao exercício de força em adolescentes.

Autor: Ricardo Fontes Macêdo

A obesidade infantil é uma epidemia global. Visto isso, associações e organizações pautadas na saúde tem recomendado a prática de exercício físico para esta população. Uma das modalidades de exercício indicadas é o exercício de força. Porém, para que as prescrições dos treinamentos de força sejam seguras, faz-se necessário entender os ajustes cardiovasculares e autonômicos cardíacos durante e após o exercício de força em adolescentes com excesso de peso. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar se o sobrepeso influencia nas repostas da frequência cardíaca (FC), da pressão arterial e da modulação autonômica cardíaca ao final e após uma sessão de exercício de força em adolescentes. Participaram do estudo 34 adolescentes, sendo 19 eutróficos (idade: 15 ± 1 anos e IMC: 26 ± 1 kg/m²) e 15 sobrepesados (idade: 16 ± 1 anos IMC: 20 ± 1 kg/m²). A sessão de treinamento consistiu em 10 minutos de repouso em posição supina, 10 minutos de aquecimento, 20 minutos de exercício de força (5 exercícios, 3 séries de 12 repetições a 60% de 1RM) e 30 minutos de recuperação. A pressão arterial foi analisada no repouso e ao final da recuperação. A FC, a modulação autonômica total (índice IRR), modulação parassimpática cardíaca (SDNN, RMSSD, pNN50 e componente de AF) e a modulação simpática cardíaca (componente de BF) foram mensuradas em repouso, no final do exercício e na recuperação. Para comparar as respostas mensuradas inter e intra grupos foram utilizados o teste de ANOVA de 2 vias e ANOVA de 2 vias para medidas repetidas, com *Post-hoc* de Newman Keus. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. A FC e a modulação simpática de repouso foram maiores no grupo sobrepeso. O grupo sobrepeso também apresentou reduzido IRR e modulação parassimpática em repouso. Porém, o sobrepeso não influenciou nas respostas de tais variáveis ao final e no período de recuperação do exercício de força. Portanto, estes dados sugerem que o sobrepeso não influencia os ajustes cardiovascular e autonômico cardíaco em resposta ao exercício de força nos adolescentes.

PALAVRAS CHAVES: Sobrepeso; Exercício de Força; Sistema Cardiovascular

São Cristóvão

2014

Overweight does not influence the cardiovascular and cardiac autonomic response to resistance exercise in adolescents.

Author: Ricardo Fontes Macedo

Childhood obesity is a global epidemic. So, Organizations and Associations of exercise and health have recommended physical exercise for this population. Strength exercise is one type of exercise that is indicated by these organizations. However, for a safe prescription of strength exercise, it is necessary to understand the cardiovascular and cardiac autonomic adjustments during and after resistance exercise in overweight adolescents. The objective of this study was to determine whether overweight influences the responses of heart rate (HR), blood pressure and cardiac autonomic modulation at the end and after a session of resistance exercise in adolescents. The study included 34 adolescents, 19 normal-weight (age: 15 ± 1 years and BMI: 26 ± 1 kg/m²) and 15 overweight (age: 16 ± 1 years BMI: 20 ± 1 kg/m²). The training session consisted of 10 minutes of rest in the supine position, 10 min warm-up, 20 minutes of strength exercise (5 exercises, 3 sets of 12 repetitions at 60 % 1RM) and 30 minutes of recovery. Blood pressure was assessed at rest and at the end of recovery. The Heart Rate (HR), the total autonomic modulation (IRR), parasympathetic modulation (SDNN, RMSSD, pNN50 and HF components) and sympathetic modulation (LF components) were measured at rest, at the end of exercise and recovery. To compare the responses measured inter and intra groups were used 2-way ANOVA test and 2-way ANOVA for repeated measures with post-hoc Newman Keuls test. The level of significance was set at $p < 0.05$. The HR and sympathetic modulation at rest were higher in the overweight group. The overweight group also showed reduced IRR and parasympathetic modulation at rest. However, overweight did not affect the responses of these variables to the end and after resistance exercise. Therefore, these data suggest that overweight didn't influence the cardiovascular and cardiac autonomic responses to resistance exercise in adolescents.

KEYWORDS: Overweight, Exercise Strength, Cardiovascular System.

São Cristóvão

2014

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	4
4 MATERIAL E MÉTODOS	11
4.1 AMOSTRA	11
4.2 Anamnese e Escala de Tanner.....	12
4.3 Avaliação antropométrica	12
4.4 Nível de Atividade Física	13
4.5 Avaliação da Força Máxima	13
4.6 SESSÃO DE EXERCÍCIO DE FORÇA	14
4.7 Avaliação Hemodinâmica	15
4.8 Variabilidade da FC e Índices de Modulação Autonômica	15
5 RESULTADOS.....	17
6 DISCUSSÃO	24
7 CONCLUSÃO	30
8 REFERÊNCIAS.....	31
9 APÊNDICES.....	38
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	38
APÊNDICE B – OFÍCIO	40

LISTA DE TABELAS

1 Média e desvio padrão das características da amostra	17
--	----

LISTA DE FIGURAS

1. Esquema dos critérios de inclusão e exclusão da amostra.....	11
2. Respostas da pressão arterial no repouso e na recuperação numa sessão de exercício resistido em adolescentes. A) Resposta da pressão arterial sistólica (PAS). B) Resposta da pressão arterial diastólica (PAD)	18
3. A) Respostas da FC no repouso, no final e na recuperação numa sessão de exercício de força (valor absoluto) em bpm. B) Delta da FC de repouso ($FC_{\text{final}} - FC_{\text{repouso}}$) e recuperação ($FC_{\text{recuperação}} - FC_{\text{pico}}$)	19
4. Respostas da modulação simpátovagal no repouso, no final e na recuperação de uma sessão de exercício de força em adolescentes. A) Resposta do irr. B) Resposta do índice SDNN	20
5. Respostas da modulação parassimpática no repouso, no final e na recuperação de uma sessão de exercício de força em adolescentes. A) Resposta do índice RMSSD. B) Resposta do índice pNN50	22
6. Respostas dos componentes de alta frequência normalizado (modulação parassimpática – figura A) e baixa frequência (modulação simpática – figura B) em repouso e na recuperação de uma sessão de exercício de força em adolescentes.....	23

LISTA DE ABREVIATÖES

Alta frequência – AF

Baixa frequência - BF

Desvio padrão dos intervalos da média dos intervalos R-R – SDNN

Grupo eutrófico – EU

Grupo sobrepeso – SO

Frequência Cardíaca – FC

Índice de massa corporal – IMC

InternationalPhysicalActivityQuestionary – IPAQ

High densitylipid – HDL

Lowdensitylipid – LDL

Média dos intervalos R-R – IRR

Porcentagem de intervalos R-R adjacentes com diferença de duração superior a dez milissegundos – pNN50

Pressão arterial sistólica – PAS

Pressão arterial diastólica - PAD

Raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes – RMSSD

Repetição Máxima – RM

1 INTRODUÇÃO

A prevalência de obesidade infantil vem aumentando ao longo dos anos no Brasil e no mundo¹⁻². Essa epidemia tem sido causada principalmente pelos baixos níveis de atividade física e maus hábitos alimentares da população³⁻⁵. O desenvolvimento da obesidade está associada a outras morbidades, como diabetes mellitus, dislipidemia, hipertensão arterial, distúrbios psicológicos, apneia obstrutiva do sono, entre outros⁶⁻⁸. Além disso, a obesidade pode causar disfunção autonômica cardíaca, com prejuízo na modulação simpática e parassimpática⁹⁻¹¹. Estas respostas são fatores de risco para desenvolvimento de doenças cardiovasculares e de mortalidade na vida adulta¹².

Para controle de tais condições tem se recomendado a prática regular de exercício físico. Pesquisas relatam que o exercício físico reduz o peso corporal, a glicemia e os lipídeos circulantes. Também tem sido demonstrado adaptações que ocorrem no sistema cardiovascular, com aumento da modulação parassimpática e redução da modulação simpática, pós treinamento físico¹³⁻¹⁵. Por isso, a Organização Mundial da Saúde tem recomendado o exercício físico nas estratégias de combate e controle da obesidade infantil. A modalidade de exercício tipicamente prescrita é o treinamento aeróbico de longa duração, no entanto, tem se observado um crescente número de adolescentes praticando exercício de força. Segundo a Strength and Conditioning Association do Reino Unido¹⁶, o exercício de força promove benefícios no controle da composição corporal, da função cardiovascular e musculoesquelética em adolescentes.

No tocante as respostas agudas ao exercício aeróbico progressivo em adolescentes, Brunetto et al.¹⁷ não encontraram influência da obesidade nas respostas cardiovasculares e da modulação autonômica cardíaca em adolescentes. Entretanto, Moller et al.¹⁸ encontraram uma relação positiva moderada entre índice de massa corpórea (IMC) e a resposta da pressão arterial sistólica (PAS) durante um exercício aeróbico progressivo realizado em cicloergômetro numa amostra de adolescentes. Ainda mais, em pré-púberes, Dipla et al.¹⁹ encontraram uma resposta da sensibilidade barreflexa e da frequência cardíaca diminuídas em pré-púberes durante exercício isométrico de

preensão manual. Na resposta após o exercício Dipla et al.¹⁹ não encontraram influência da obesidade no protocolo de preensão manual sem oclusão. Assim, é importante entender tais respostas, tendo em vista que a alteração no comportamento cardiovascular e autonômico cardíaco durante e após o exercício podem indicar um risco cardiovascular aumentado²⁰⁻²¹. Desta forma, a análise das respostas cardiovasculares e da modulação autonômica cardíaca ao exercício de força é necessária, pois esta atividade proporciona uma resposta metabólica diferente do exercício de preensão manual e aeróbio já relatadas acima. O entendimento de tais respostas pode auxiliar na prescrição adequada do exercício de força para adolescentes com excesso de peso corporal.

2 OBJETIVO

Avaliar a influência do sobrepeso nas respostas cardiovasculares e na modulação autonômica cardíaca durante e após uma sessão de exercício resistido em adolescentes.

2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO

Avaliar antes, durante e 30 minutos após uma sessão de exercício resistido de intensidade moderada em adolescentes sobrepesados e eutróficos, ambos sedentários, nos seguintes parâmetros:

- Frequência cardíaca.
- Pressão arterial sistólica e diastólica.
- Índice de variabilidade global.
- Modulação simpática cardíaca (índice de baixa frequência).
- Modulação parassimpática cardíaca (índice, SDNN, RMSSD, pNN50 e alta frequência).

3 REVISÃO DE LITERATURA

A obesidade é uma doença que aumenta em todo o mundo, principalmente nos países desenvolvidos e em desenvolvimento². No Brasil, não é diferente, prevalência de sobrepeso e obesidade na fase adulta é 49% e 14,8%, respectivamente¹. Quando analisados dentro do contexto da obesidade infantil, os dados apresentam uma alta prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças de 5 a 9 anos (33,5% e 14,3%), e em adolescentes de 10 a 19 anos (23% e 6,5%). Além disso uma alta incidência de obesidade, 4,2%, foi verificada desde o último senso do IBGE²².

Tal prevalência tem sido detectada em diferentes regiões do Brasil, não apresentando diferenças, mesmo havendo situações econômicas distintas entre as áreas. Na Região Sudeste o panorama dessa epidemia foi demonstrado por Oliveira e Veiga²³, na qual adolescentes de escola pública de baixa renda apresentavam uma taxa de 9,2% de sobrepeso e 9,2% de obesos, enquanto na escola privada de classe média a taxa foi de 9% de sobrepeso e 18,1% de obesos no município do Rio de Janeiro. Como também, Costa et al.²⁴, em Juiz de Fora, demonstraram uma prevalência de 5,7% de sobrepeso e 9,2 % obesos em crianças e adolescentes. No Nordeste foram encontrados altos percentuais de obesidade infantil em estudo realizado em Maceió²⁵. No Estado de Sergipe, Silva²⁶ expôs uma prevalência de 16% de sobrepeso e 7,6% de obesidade em uma amostra de 246 crianças de 3,5 a 5,5 anos, de alto nível socioeconômico da cidade de Aracaju. Ainda nesse estado, Silva²⁷ verificou em 32.351 crianças de 5 a 10 anos, participantes do Programa Bolsa Família, uma prevalência de sobrepeso de 13,1% e 13,3%, e de obesidade 11,2% e 14,5% para o gêneros feminino e masculino, respectivamente. Em complemento, outra pesquisa realizada em Sergipe com 1257 escolares de 7 a 14 anos encontrou uma taxa de 6,8% de sobrepeso e obesidade em conjunto²⁸.

A avaliação do excesso de peso corporal pode ser feita através do cálculo do IMC, bioimpedância, tomografia computadorizada, DEXA, pesagem hidrostática e ressonância magnética²⁹. De todas essas formas de avaliação, o IMC é o mais utilizado, porque demonstra ser prático, de baixo custo, reprodutível e confiável em pesquisas com grandes populações. Os pontos de corte do IMC específicos

para idade e sexo foram estabelecidos no estudo de Cole et al.³⁰, considerando o indivíduo com obesidade no percentil acima de 95, sobrepeso entre 85 a 95, eutrófico do percentil 15 a 85, e o subnutrido abaixo do percentil 15.

Destes estados nutricionais, o sobrepeso e a obesidade são uma epidemia global que ocorre em todas as faixas etárias, e caracterizadas pela alta taxa de tecido adiposo no corpo. A sua etiologia é multifatorial, na qual tanto os fatores intrínsecos (Ex: genética) como os extrínsecos (Ex: influência do meio ambiente) influenciam para o desenvolvimento. A herança genética e as mutações são fatores internos fortemente relacionados ao acúmulo de gordura, aumentando a suscetibilidade à obesidade precoce⁴. Porém são mais evidenciadas as influências dos fatores ambientais para aumento de gordura visceral como o sedentarismo, dietas equivocadas, fatores psicológicos e familiares^{3,5}.

Contudo, vale destacar o balanço energético positivo como principal causa da obesidade. Isto constitui uma ingesta calórica maior que o gasto energético. O equilíbrio depende, basicamente, do nível de atividade física e da dieta. O estilo de vida moderno tem levado as pessoas ao sedentarismo e a uma má alimentação. Em relação ao nível de atividade física, os adolescentes passam mais tempo assistindo televisão, jogando vídeo game e menos tempo praticando exercícios de intensidade moderada à vigorosa. Segundo Zutphen et al.³¹ as crianças com sobrepeso e obesidade passam mais tempo assistindo televisão do que os indivíduos eutróficos. Pan e Pratt⁵ demonstram que adolescentes que possuíam baixo nível de atividade física apresentavam IMC elevado.

O outro fator da equação energética é a dieta. Os problemas da nutrição moderna são a ingesta excessiva de gordura e do açúcar. O primeiro é um macronutriente necessário para as funções e estruturas fisiológicas do ser humano³². Porém, apresenta riscos quando ingerida em excesso, além disso alguns tipos de gorduras, como saturadas e a *trans* estão relacionadas ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares e a diabetes mellitus tipo 2³³. A gordura consumida em excesso não é a única causa dos problemas, os carboidratos refinados (doces, pães, etc) consumidos em grande quantidade estão relacionados ao aumento da taxa de glicose sanguínea. Esses macronutrientes estão presentes nos *fastfoods*, que são incentivados pela grande quantidade de anúncios associados a desenhos animados, ao ganho de

brinquedos como brindes e a grandes ídolos em comerciais de televisão e na internet^{34,35}. Portanto este quadro de nutrição ruim e sedentarismo leva a um balanço energético positivo, que cronicamente causa alterações morfológicas, uma delas o aumento da massa corporal.

Outros fatores contribuem para a obesidade, a qual pode ser evitada com uma maior orientação dos pais para esse risco. A falta de conhecimento da família está ligada ao desenvolvimento da obesidade infantil³⁶, visto que adolescentes com excesso de peso tem pais obesos. Além disso, problemas psicológicos, como ansiedade e depressão, estão associados ao ganho de peso.

Essa doença na infância é preocupante, porque predispõe ao desenvolvimento de outras morbidades associadas precocemente, como resistência à insulina, dislipidemia, distúrbios psicológicos, apnéia obstrutiva do sono, disfunção autonômica, etc^{6-8,11}. Ainda, foi observado que homens e mulheres adultos que eram sobrepesados ou obesos na adolescência tem maior chance de adquirirem doença arterial coronariana¹² e um risco relativo de morte maior por doença cardíaca isquêmica de 2,9 para os homens e 3,7 para as mulheres³⁷ quando adultos. Portanto, indivíduos com percentual de gordura elevado possuem uma forte predisposição à anormalidades cardiovasculares.

Entre os problemas de saúde causados em indivíduos com sobrepeso e obesidade estão as alterações na modulação autonômica cardíaca. Este sistema nervoso autônomo tem como função regular a FC, pressão arterial, resistência periférica total e o débito cardíaco juntamente com os sistemas respiratórios e digestivos^{38,39}. O coração é responsável pela conservação do equilíbrio homeostático e para alcançá-lo recebe influências autonômicas. Ao passo que, uma de suas características básicas versa na constante alteração da frequência de seus batimentos. Por meio de vias aferentes medulares e vagais (Sistema Nervoso Parassimpático), a informação chega ao sistema nervoso central (núcleo trato solitário), onde é modulada. Esse sinal retorna ao coração através de fibras eferentes vagais rápidas e eferentes simpáticas lentas (Sistema Nervoso Simpático). O efeito resultante dessas influências autonômicas é a variabilidade, batimento a batimento, da FC instantânea^{40,41}. Pesquisadores tem relatado que reduzida atividade vagal e alta atividade simpática causa uma disfunção

autonômica cardíaca, um independente fator de risco de mortalidade em adultos^{42,43}.

Pesquisas tem utilizado diferentes ferramentas de avaliação da modulação autonômica cardíaca, por exemplo, a FC e a VFC. A análise mais simples da modulação autonômica cardíaca é através da FC. Estima-se que sujeitos com valores mais baixos de FC de repouso possuem alta atividade parassimpática. Enquanto, aqueles com FC de repouso acima de 80 batimentos por minuto (bpm) apresentam um sinal de tônus vagal diminuído e simpático aumentado³⁹, o qual está associado ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares e metabólicas⁴⁴. Em crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade a FC de repouso costuma ser mais elevada que os seus pares eutróficos. Nagai e Moritani¹⁰ apresentaram em crianças de 9 anos de idade, obesas, uma frequência cardíaca de repouso significativamente maior que as de peso normal. O mesmo resultado foi encontrado com jovens⁴⁵.

Outra maneira de avaliar a modulação autonômica cardíaca é por meio da variabilidade da frequência cardíaca que representa o grau de flutuação da frequência cardíaca, ou a variação dos intervalos R-R no eletrocardiograma. Esse marcador é controlado pelas atividades eferentes simpáticas e parassimpáticas direcionadas ao nódulo sinusal, caracterizada por cada ciclo cardíaco, modulada por estimuladores centrais e periféricos. Esses estímulos geram variações rítmicas na descarga neural eferente que se manifestam como oscilações no período do batimento cardíaco⁴⁶. As evidências sobre a variabilidade da frequência cardíaca tem permitido detectar e caracterizar algumas situações em que as doenças comprometem o controle autonômico.

A análise da variabilidade da frequência cardíaca é realizada, principalmente, por dois métodos: domínio do tempo e da frequência. No domínio do tempo os componentes comumente identificados são a média dos intervalos R-R (IRR) – que significa a modulação autonômica total - desvio padrão dos intervalos R-R (SDNN), a raiz quadrada das diferenças sucessivas dos intervalos R-R (RMSSD), e a porcentagem de intervalos R-R adjacentes com diferença de duração superior a dez milissegundos, os quais equivalem a modulação parassimpática. O método domínio da frequência apresenta um traçado da amplitude de ondas, nas quais se verifica, principalmente, as ondas de alta

frequência (reflete o sistema nervoso parassimpático), de baixa frequência (reflete o sistema nervoso parassimpático e simpático) e a razão da baixa/alta frequência (balanço simpátovagal)⁴⁶.

Em relação ao comportamento da modulação autonômica cardíaca de repouso em crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade várias investigações apresentaram que esses indivíduos possuem uma atividade vagal reduzida em comparação aos de peso normal^{9-10,45,47}. Quanto a função simpática existe uma divergência entre as pesquisas, na qual algumas apresentam alta atividade simpática¹¹, e outras reduzida^{10,48}. O estudo de Rabbia et al.⁴⁹ sugere que essa diferença no comportamento do sistema nervoso simpático seja pelo tempo em que o indivíduo é obeso, cujo resultados foram uma predominância simpática em indivíduos que são obesos a menos de 4 anos, enquanto os com mais de 4 anos de obesidade apresentavam valores similares ao de sujeitos eutróficos no comportamento da modulação autonômica cardíaca. O autor sustenta esta afirmação na maior predisposição que as crianças e adolescentes com excesso de peso a mais tempo podem ter adquirido outras morbidades associadas e que afetam a modulação simpática.

Outro fator que está relacionado a uma modulação autonômica cardíaca de repouso diminuída é o sedentarismo¹⁰. Desta forma, tem sido prescrito terapia não-medicamentosas como o exercício físico, o qual proporciona benefícios na perda de peso e melhora da função cardiovascular e autonômica cardíaca em adolescentes com obesidade¹⁴. Ainda mais, há evidências de que mesmo não havendo perda de gordura com a prática de exercício físico os adolescentes apresentam uma melhora da pressão arterial, frequência cardíaca e modulação autonômica cardíaca. Portanto, a Organização Mundial da Saúde tem recomendado a prática de exercício físico para crianças e adolescentes visando a prevenção da obesidade e de suas comorbidades associadas.

Desta maneira, é importante entender a cinética do sistema cardiovascular e da modulação autonômica cardíaca durante e após os diferentes tipos de exercício físico em adolescentes sintomáticos e assintomáticos. As evidências demonstram que em adultos saudáveis a FC e a pressão arterial sistólica aumentam progressivamente até o máximo do exercício. Enquanto o IRR durante um teste progressivo máximo diminui simultaneamente com o aumento da

intensidade do exercício até aproximadamente 60% do $VO_{2máx}$, depois ocorre uma estabilização até a exaustão⁵⁰. Quanto à modulação parassimpática e simpática, há uma retirada vagal no início do exercício, depois com um incremento de carga adicional há uma predominância da atividade simpática até o final do teste⁵⁰.

Este ajuste foi identificado também em adolescentes, inclusive aqueles que eram obesos saudáveis não tiveram respostas ao exercício aeróbico progressivo diferentes de seus pares eutróficos¹⁷. Entretanto quando foi verificado estas respostas durante exercício aeróbico progressivo em adolescentes, Moller et al.¹⁸ demonstraram haver uma relação positiva entre o IMC e a PAS medida durante o exercício, o que significa que indivíduos com maior peso corporal podem apresentar uma resposta maior da pressão arterial sistólica durante este tipo atividade. Contrapondo Dipla et al.¹⁹ encontraram respostas da sensibilidade barreflexa e da frequência cardíaca diminuídas em pré-púberes durante exercício isométrico de preensão manual. Visto isso, o pouco número de estudos dedicados a este tema combinados com os diferentes tipos de exercícios utilizados, protocolos distintos, tempo de aferição, métodos de coleta, entre outras limitações não permitem a inferência de que o excesso de peso influencia as repostas cardiovascular e autonômica cardíaca em adolescentes.

A discussão reduzida na literatura continua sobre as respostas cardiovasculares e autonômicas cardíacas após o exercício em adolescentes com diferentes pesos corporais. Em adultos estas respostas são controladas por uma reativação vagal e uma retirada simpática imediatas, levando a uma queda da pressão arterial e da frequência cardíaca⁵⁰. Ainda mais foi verificado que há a relação de uma reduzida reativação vagal após o exercício na adolescência com o aumento do risco de mortalidade em adultos²⁰. Em adolescentes obesos, a FC de recuperação de um teste de esforço demonstrou uma inversa associação com a circunferência de cintura⁵¹, ou seja, quanto maior a circunferência da cintura pior a resposta da FC de recuperação. Dipla et al.¹⁹ não encontraram diferenças na sensibilidade barreflexa e da função cardiovascular entre obesos e eutróficos após um protocolo de exercício de preensão manual. Portanto, não se pode concluir ainda se a obesidade influencia as respostas cardiovascular e da modulação autonômica cardíaca após o exercício, principalmente em função do

reduzido número de pesquisas, e estes apenas estudaram os efeitos ao exercício aeróbio progressivo e de preensão manual.

Outra lacuna na literatura, é o estudo da influência da obesidade nas respostas cardiovascular e autonômica cardíaca durante e após o exercício de força em adolescentes, pois, esta modalidade tem sido recomendada para perda de peso corporal, ganho de força e melhoras da função cardiovascular em adolescentes¹⁶. Para que seja feita uma prescrição do treinamento de força com segurança para adolescentes, e os ajustes cardiovasculares durante este tipo de exercício precisam ser conhecidos. Assim, essa questão será abordada na presente investigação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Amostra

Este trabalho foi aprovado pelo comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal de Sergipe com o número da CAAE: 06149612.3.0.0000.0058.

O presente estudo constituiu de uma amostra de 34 adolescentes do sexo masculino, com idade entre 15 a 18 anos, selecionados por conveniência através de uma amostra não-probabilística de oito escolas (públicas e privadas), e residentes da cidade de Aracaju-SE, distribuído da seguinte forma: 19 no grupo eutrófico (EU) e 15 no grupo sobrepeso (SO). Para a obtenção desta amostra foram realizadas 4 fases. Na primeira foi levado um ofício (Apêndice B) para pedir a autorização das escolas solicitando a permissão para apresentação e realização da pesquisa com os seus alunos.

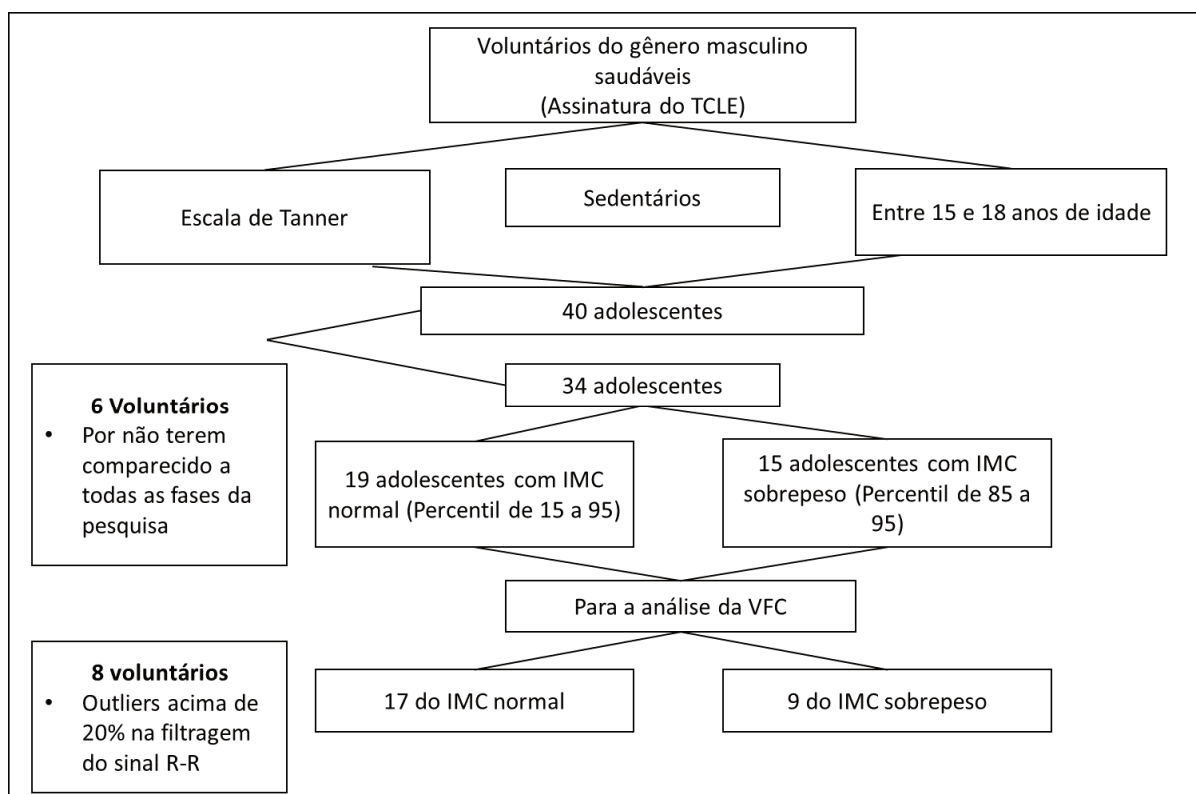


Figura 1. Esquema dos critérios de inclusão e exclusão da amostra.

Na segunda etapa, apresentamos aos alunos a pesquisa e para aqueles que queriam participar do estudo entregamos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Apêndice A). Este, os adolescentes tinham que trazer assinado por eles e pelos pais/responsável. Em seguida, num terceiro dia foram

selecionados os adolescentes que tinham IMC normal e IMC sobrepesado, nível de atividade física na classificação sedentário, maturação sexual acima do estágio 3 pela escala de Tanner (Anexo 2) e que não apresentassem doença cardiopulmonar, musculoesquelética ou tomassem algum remédio que prejudicasse os resultados do estudo. Na quarta fase, os adolescentes realizaram um exame de sangue para avaliar os níveis glicemia, triglicérides, colesterol total, LDL e HDL.

Após tais procedimentos, oito voluntários (2 do grupo EU e 6 do grupo SO) não tiveram a modulação autonômica analisada, pois, na filtragem dos sinais dos intervalos RR da frequência cardíaca ocorreram *outliers* acima de 20%.

4.2 Anamnese e Escala de Tanner

Foi realizada uma anamnese para obtenção de dados pessoais e médicos. Foi avaliado o histórico médico de doenças cardiopulmonares, musculoesqueléticas, metabólicas, e se tomavam algum remédio que pudesse interferir nos resultados do estudo. Em seguida, a maturação sexual dos adolescentes foi avaliada pela escala de Tanner (Anexo 2). Esta foi aplicada de forma auto sugerida da seguinte maneira: a escala de Tanner foi entregue aos adolescentes dentro de um envelope e eles marcaram o estágio o qual eles achavam estar. Depois eles recolocaram o papel assinalados dentro do envelope e entregaram ao avaliador.

4.3 Avaliação antropométrica

Foi realizada avaliação da estatura utilizando um estadiômetro de marca Filizola e da massa corporal total utilizando uma balança de marca Filizola. Com estes dados foi possível calcular o índice de massa corporal (IMC) utilizando a fórmula $\text{peso(kg)}/\text{estatura}^2(\text{m})$. A classificação dos adolescentes em eutrófico (entre o percentil 15 a 85) e sobrepeso (entre o percentil 85 a 95) foi feita de acordo com os parâmetros da Organização Mundial da Saúde⁵².

4.4 Nível de Atividade Física

Para avaliar o nível de atividade física foi utilizado o IPAQ versão curta (Anexo 1). O IPAQ busca informações acerca da frequência e durações das caminhadas e de atividades cotidianas que exigem esforços físicos de diferentes intensidades (baixa, moderada e vigorosa) referentes aos 7 dias da última semana. Também é reportado o tempo sentado e na televisão por dia, porém estes dados não foram utilizados no presente estudo. Os indivíduos para serem classificados como sedentários tinham que ter um gasto calórico abaixo de 600 METs. O Cálculo para chegar a este valor foi feito através das seguintes fórmulas: $\text{METs} = (3.3 * \text{caminhada em minutos/semana} * \text{número de dias/semana de caminhada}) + (4.0 * \text{moderada intensidade em minutos/semana} * \text{número de dias/semana de moderada intensidade}) + (8.0 * \text{vigorosa intensidade em minutos/semana} * \text{número de dias/semana de vigorosa intensidade})^{53}$.

4.5 Avaliação da Força Máxima

Com no máximo sete e mínimo de dois dias antes da realização da sessão de exercício de força, cada participante foi submetido a um teste de um 1RM (repetição máxima) para os seguintes exercícios: supino reto, pressão de pernas (leg-press), puxador no pulley, extensão do joelho (cadeira extensora) e rosca bíceps. De acordo com a literatura, esse teste vem sendo utilizado frequentemente para avaliação da força máxima, uma vez que se trata de método prático, de baixo custo e aparentemente seguro para a população de adolescentes^{16,54}. Cada exercício foi precedido de um aquecimento (6 a 10 repetições) com 50% da carga a ser utilizada na primeira tentativa do 1RM. Caso o indivíduo completasse duas repetições, a tentativa foi anulada e após 3 a 5 minutos de intervalo foi realizada uma nova tentativa de um máximo de cinco tentativas. Após o indivíduo ter atingido a carga máxima, foi calculada a carga de execução para a sessão de exercício de força. Antes da realização do teste de 1RM, todos os participantes foram familiarizados com os movimentos (2 séries, 15

repetições para cada exercício com o mínimo de peso). Dias et al.⁵⁴ estudando o processo de familiarização com os procedimentos do teste de 1RM, concluíram que a força pode ser subestimada por aqueles que não passam por esse processo. Também durante o processo de familiarização simulamos as coletas da pressão arterial, FC e da modulação autonômica cardíaca.

4.6 Sessão de Exercício de Força

Os voluntários foram orientados a não consumir bebida alcoólica e a base de cafeína no dia anterior ao experimento, como também que se alimentassem até uma hora antes da sessão de exercício. Eles, também, foram instruídos a não realizarem exercício extenuante no dia anterior. Antes da sessão de exercício de força os adolescentes ficaram dez minutos de repouso na posição supina. Em seguida, realizou-se um alongamento para os grupos musculares que seriam posteriormente solicitados com tempo de permanência de quinze segundos para cada articulação. Em seguida, os voluntários realizaram um aquecimento de 1 série de 12 repetições em cada exercício sem carga. Os participantes foram submetidos a uma sessão tradicional de exercício de força composta por uma grande variedade de grupos musculares envolvidos e com uma sequência de realização dos exercícios do maior para o menor grupo muscular como sugerido por Lloyd et al.¹⁶. Os exercícios foram realizados sempre na mesma ordem apresentada a seguir: supino reto (E1), pressão de pernas (leg-press) (E2), puxador no pulley (E3), extensão de joelhos (cadeira extensora) (E4) e rosca bíceps (E5), realizados com sobrecarga de 60% da força máxima (obtida através do teste de 1RM), com 3 séries para cada exercício e 12 repetições para cada série, com um intervalo de 45 segundos entre as séries e 90 segundos entre cada exercício. O tempo total da sessão de exercício foi de trinta minutos. A velocidade de execução de cada exercício foi controlada por um metrônomo na cadência de 1:1 (1 segundo para a realização tanto da fase concêntrica quanto da excêntrica). A sessão de exercício de força foi realizada sempre no período da manhã.

4.7 Avaliação Hemodinâmica

As variáveis hemodinâmicas avaliadas foram frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA) sistólica (PAS) e diastólica (PAD). Para a medida da pressão arterial foi utilizado um aparelho digital da marca OMRON modelo HEM-742INT. A aferição da PAS e da PAD foi realizada na posição sentada após 10 minutos de repouso e 30 minutos após a sessão de exercício de força. A FC foi obtida através de um frequencímetro da marca Polar® modelo RS800. Este equipamento faz o registro do intervalo R-R (ms) e através dele foi possível determinar os valores de FC em repouso (durante dez minutos de repouso), ao final da sessão de exercício (noventa segundos imediatamente ao término da sessão) e na recuperação do exercício (trinta minutos após o término da sessão). Assim, foi possível calcular a variação da frequência cardíaca do final do exercício em relação ao repouso ($FC_{\text{exercício}} - FC_{\text{repouso}}$) e ao final da recuperação em relação ao final do exercício ($FC_{\text{recuperação}} - FC_{\text{exercício}}$).

4.8 Variabilidade da FC e Índices de Modulação Autonômica

A variabilidade da FC foi obtida através do registro do intervalo R-R (ms) durante os 10 minutos contínuos de repouso e continuamente durante 30 minutos de recuperação. Este procedimento foi realizado através da utilização de um monitor de FC da marca Polar® modelo RS800. O cinto transmissor detecta o sinal eletrocardiográfico batimento-a-batimento e o transmite através de uma onda eletromagnética para o receptor de pulso Polar, onde essa informação é digitalizada, exibida e arquivada. Esse sistema detecta a despolarização ventricular, correspondente à onda R do eletrocardiograma, com uma frequência de amostragem de 500 HZ e uma resolução temporal de 1 ms⁵⁵. Os arquivos de registro foram transferidos para o Polar Precision Performance Software. Após aquisição e armazenamento dos dados no computador, os intervalos R-R (IP) provenientes do monitor de FC foram convertidos e armazenados em arquivos Excel, no qual foi realizada uma verificação por inspeção visual, para identificar e/ou corrigir alguma marcação não correta. Em seguida, os dados foram

transferidos para o software Kubios Heart Rate Variability para posterior análise da modulação autonômica cardíaca no domínio do tempo e da frequência.

Na análise no domínio do tempo foram calculados os seguintes índices: IRR (modulação autonômica total), SDNN, RMSSD e pNN50, os quais estimam a modulação parassimpática⁴⁶. Na análise pelo domínio da frequência foram calculadas os componentes de alta frequência (modulação parassimpática) e baixa frequência (modulação simpática)⁴⁶.

4.9 Análise dos Dados

Os resultados foram apresentados como média $\pm$ desvio padrão para as variáveis contínuas. Foi utilizado o teste de Shapiro Wilk para verificar a normalidade e homogeneidade da amostra. Nas variáveis peso corporal, estatura e IMC foi aplicado o teste t Student para amostras independentes. Para analisar o efeito antes e após uma sessão de exercício de força na pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, deltas da FC, componente de alta frequência e componente de baixa frequência nos grupos eutrófico e sobrepeso foi realizado o teste de análise de variância (ANOVA) de duas vias seguido de post-hoc Newman Keuls. Para analisar o efeito antes, durante e após uma sessão de exercício de força na FC, nos índices IRR, SDNN, RMSSD, pNN50 nos grupos eutrófico e sobrepeso foi realizado o teste de análise de variância (ANOVA) de duas vias para medidas repetidas seguido de post-hoc Newman Keuls. Valores de $p < 0,05$ foram considerados significativos.

5 RESULTADOS

Na tabela 1 está apresentado as características dos dois grupos. A média de idade do grupo SO não foi diferente do grupo EU. Esta similaridade entre os grupos ocorreu nos valores da maturação, estatura, glicemia, colesterol, HDL e LDL. Enquanto, a média do peso corporal, IMC e triglicérides do grupo SO foram maiores que a do grupo EU.

Tabela 1. Média e desvio padrão das características da amostra.

	Sobrepeso (n=15)	Eutrófico (n=19)	P
Idade (anos)	15,8±1,3	16,1±1,1	ns
Peso corporal (kg)	77,1±14	62,8±6,7	< 0,05
Estatura (m)	1,70±0,07	1,73±0,07	ns
IMC (kg/m²)	26,4±1,9	20,7±1,6	< 0,05
Glicemia	80,2±2,9	82,1±1,9	ns
Colesterol	158,3±19,9	157,4±23,3	ns
HDL	38,6±5,1	37,7±4,2	ns
LDL	102,3±17,8	103,4±22,2	ns
Triglicérides	84,8±16,2	69,3±19,1	< 0,05
Nível de atividade física	Sedentário	Sedentário	-
Maturação Sexual	3,9±0,8	4±07	ns

p<0,05 significa que o grupo eutrófico é diferente significativamente do grupo sobrepeso.

Na figura 1 pode ser observado os valores da PAS (1A) e PAD (1B) antes e depois de uma sessão de exercício de força. O sobrepeso não interferiu na resposta da PAS e PAD na condição de repouso (SO: 120±9 vs. EU:111±7 [p=0,07] e SO: 67±8 vs. EU: 64±7 mmHg [p=0,08], respectivamente) e na recuperação do exercício (SO: 116±12 vs. EU: 106±11 [p=0,08] e SO: 60±11 vs. EU: 55±8 mmHg [p=0,09], respectivamente). Foi observado valores de PAS e

PAD menores na recuperação quando comparado ao repouso em ambos os grupos, sem diferença entre grupos (SO: $p=0,02$; EU $p=0,02$).

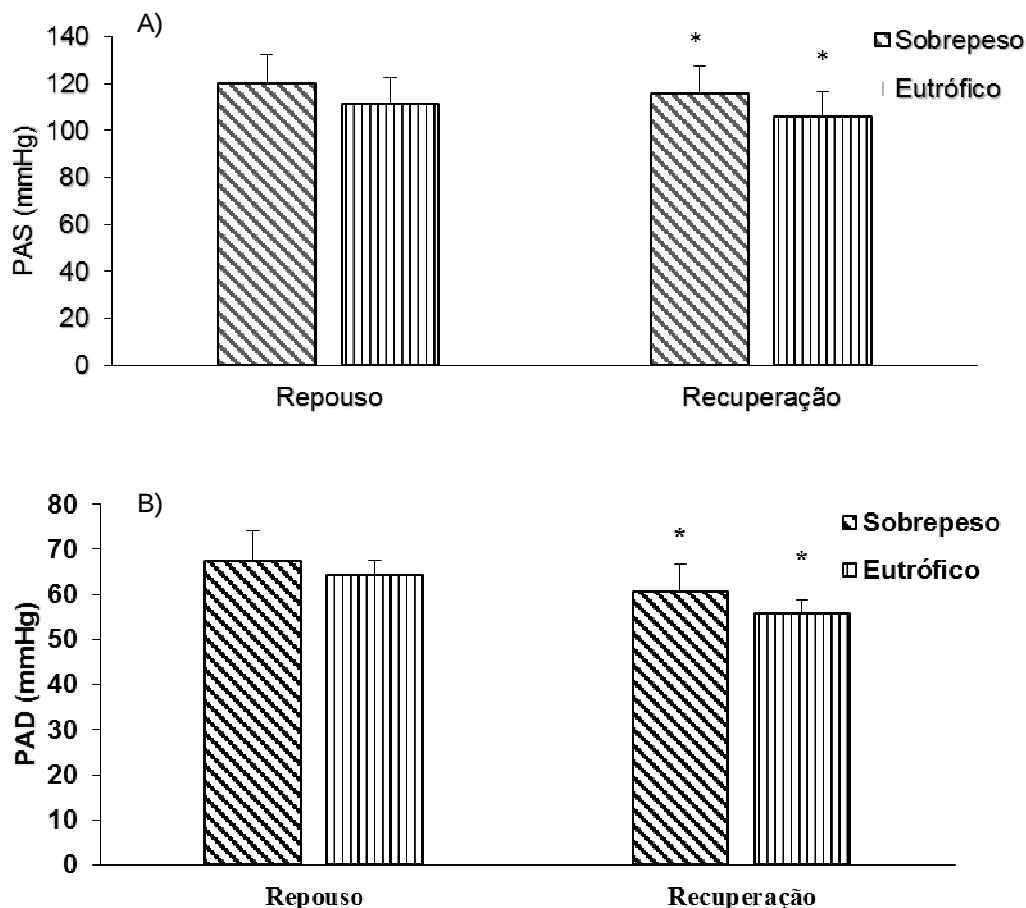


Figura 2. Respostas da pressão arterial no repouso e na recuperação numa sessão de exercício resistido em adolescentes. A) Resposta da pressão arterial sistólica (PAS). B) Resposta da pressão arterial diastólica (PAD). * $p<0,05$ vs. repouso, baseado na ANOVA de 2 vias com post-hoc de Tukey.

O sobrepeso não influenciou as repostas da FC e do delta da FC durante e após o exercício. Isto pode ser observado na figura 2. A ilustração 2A demonstra em valores absolutos que a FC foi maior no grupo SO em repouso (SO: 84 ± 12 vs. EU: 73 ± 8 bpm, $p=0,04$). Porém, a FC aumentou no final do exercício (SO: 156 ± 18 vs. EU: 149 ± 16 bpm, $p=0,1$) e reduziu após 30 minutos de recuperação (SO: 100 ± 11 vs. EU: 100 ± 11 bpm, $p=0,2$), de forma semelhante em ambos os grupos. Complementando esta análise, na figura 2B foi analisado os deltas da FC_{final} – FC_{repouso} e da FC_{final} – FC_{recuperação}, nos quais não foram observados influência do sobrepeso na resposta do delta de repouso (SO: 71 ± 17 vs. EU:

76±17 bpm, $p=0,3$) e no delta de recuperação (SO: 54±13 vs. EU: 49±14 bpm, $p=0,3$), independente da diferença observada entre grupos em repouso.

Na figura 3 foram apresentados os índices IRR (3A) e SDNN (3B) antes, ao final e após uma sessão de exercício de força está ilustrado na figura 3. O sobrepeso interferiu na resposta do índice IRR de repouso, sendo maior no grupo EU (SO: 711±133 vs. EU: 851±104 ms, $p=0,02$). Porém, o sobrepeso não influenciou na resposta do índice IRR ao final do exercício e na recuperação (SO: 520±96 vs. EU: 530±76 [$p=0,4$]; SO: 590±84 vs. EU: 618±100 [$p=0,3$] ms, respectivamente). Na sessão de exercício de força foi observada redução do índice IRR (SO: 711±133 vs. 520±96 [$p=0,02$]; EU: 851±104 vs. 530±76 [$0,01$] ms). Após 30 minutos de recuperação o índice IRR no grupo SO não alterou em relação ao final do exercício (SO: 520±96 vs. 590±84 ms, $p=0,2$), mas no grupo EU foi verificado um aumento (EU: 530±76 vs. 618±100 ms, $p=0,04$). Em ambos os grupos o índice IRR de recuperação permaneceu acima dos valores de repouso (SO: 711±133 vs. 590±84 [$p=0,4$]; EU: 851±104 vs. 618±100 [$p=0,2$] ms).

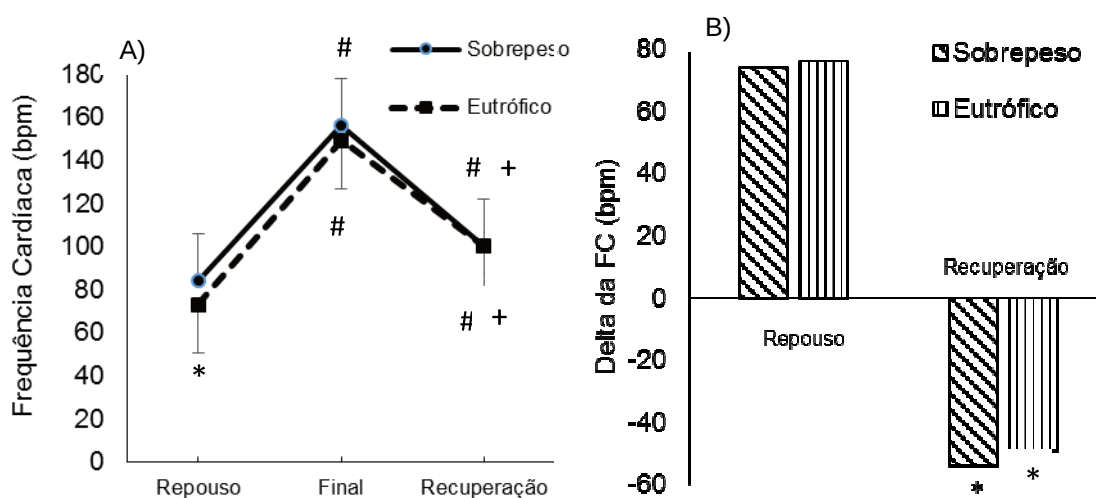


Figura 3. A) Respostas da FC no repouso, no final e na recuperação numa sessão de exercício de força (valor absoluto) em bpm. * $p<0,05$ vs. sobrepeso, # $p<0,05$ vs. repouso, + $p<0,05$ vs. pico, baseado na ANOVA de 2 vias para medidas repetidas com post-hoc de Newman Kleus. B) Delta da FC de repouso ($FC_{\text{final}} - FC_{\text{repouso}}$) e recuperação ($FC_{\text{recuperação}} - FC_{\text{pico}}$). * $p<0,05$ vs. repouso, baseado na ANOVA de 2 vias com post-hoc de Newman Kleus.

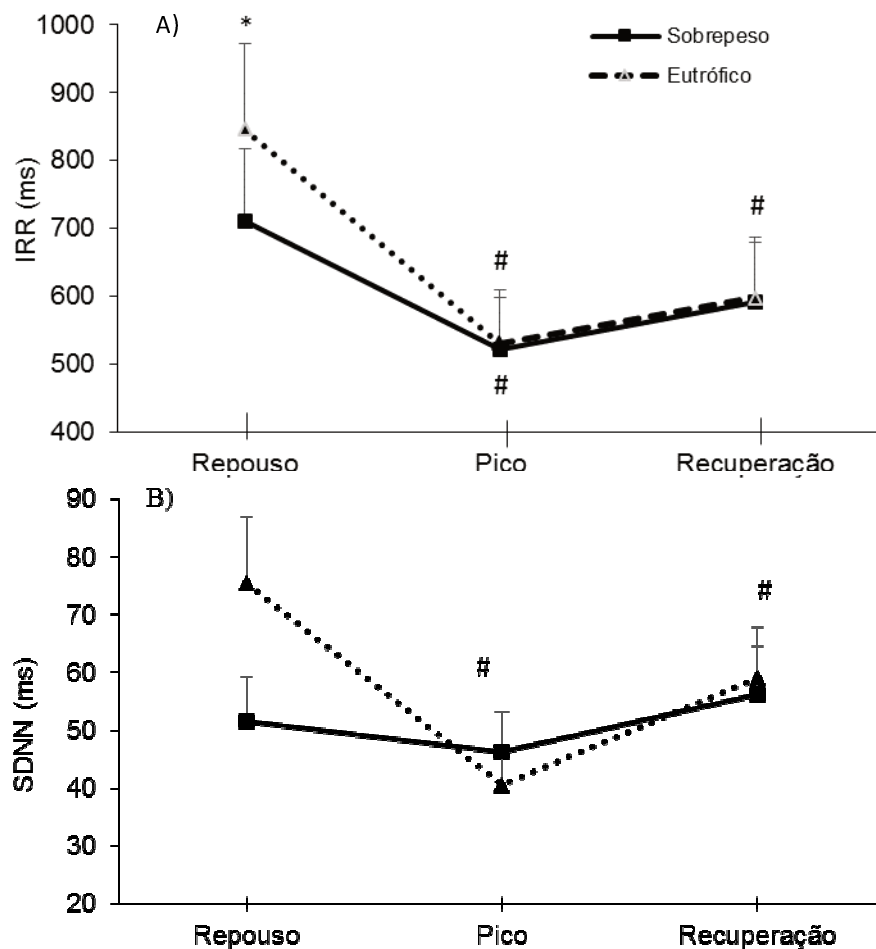


Figura 4. Respostas da modulação autonômica total (IRR) e parassimpática (SDNN) no repouso, no final e na recuperação de uma sessão de exercício de força em adolescentes. A) Resposta do irr. * $p < 0,05$ vs. sobrepeso, # $p < 0,05$ vs. repouso, baseado na ANOVA de 2 vias para medidas repetidas com post-hoc de Tukey. B) Resposta do índice SDNN. * $p < 0,05$ vs. sobrepeso, # $p < 0,05$ vs. repouso, baseado na ANOVA de 2 vias para medidas repetidas com post-hoc de Tukey.

Na figura 3B foi observado o índice SDNN antes, ao final e após uma sessão de exercício de força. O sobrepeso influenciou a resposta do índice SDNN de repouso, sendo maior no grupo EU (SO: 51 ± 18 vs. EU: 75 ± 20 ms, $p = 0,02$). Porém, o sobrepeso não interferiu no índice SDNN ao final do exercício (SO: 46 ± 32 vs. EU: 40 ± 26 ms, $p = 0,3$) e após o exercício de força (SO: 56 ± 28 vs. EU: 59 ± 22 ms, $p = 0,4$). No grupo SO, o exercício não causou alteração no índice SDNN no final do exercício (51 ± 18 vs. 46 ± 32 ms, $p = 0,3$) e na recuperação (51 ± 18

vs. 56 ± 28 ms, $p=0,2$). No grupo EU foi observado uma diminuição do índice SDNN em resposta ao exercício de força ($75,6 \pm 20,4$ vs. $40,6 \pm 26$ ms, $p=0,02$). Após 30 minutos de recuperação o índice SDNN permaneceu similar ao valor medido ao final do exercício ($40,6 \pm 26$ vs. 59 ± 22 ms, $p=0,2$) e maior que o índice SDNN de repouso (75 ± 20 vs. 59 ± 22 ms, $p=0,03$).

Na figura 4 foi observado as respostas dos índices RMSSD (4A) e pNN50 (4B) antes, ao final e após uma sessão de exercício de força. O sobrepeso interferiu na resposta dos índices RMSSD e pNN50 de repouso, sendo maiores no grupo EU (SO: 38 ± 20 vs. EU: 63 ± 27 [$p=0,01$]; SO: 16 ± 16 vs. EU: 37 ± 16 [$p=0,01$] ms, respectivamente). Entretanto, o sobrepeso não influenciou na resposta dos índices RMSSD e pNN50 ao final (SO: 16 ± 17 vs. EU: 13 ± 14 [$p=0,1$]; SO: $5,5 \pm 8$ vs. EU: $3,2 \pm 10$ [$p=0,3$] ms, respectivamente) e após (SO: 21 ± 18 vs. EU: 21 ± 15 [$p=0,2$]; SO: 6 ± 10 vs. EU: 6 ± 10 [$p=0,1$] ms) a sessão de exercício de força.

No grupo SO, a sessão de exercício de força reduziu o índice RMSSD (38 ± 20 vs. 16 ± 17 ms, $p=0,01$), porém o índice pNN50 não sofreu alteração (16 ± 16 vs. 5 ± 8 ms, $p=0,1$). Na recuperação os valores dos índices RMSSD e pNN50 permaneceram iguais aos medidos ao final do exercício (16 ± 17 vs. 21 ± 18 [$p=0,2$]; 5 ± 8 vs. 6 ± 10 [$p=0,1$] ms, respectivamente) e no repouso (38 ± 20 vs. 21 ± 18 [$p=0,09$]; 16 ± 16 vs. 5 ± 8 [$p=0,2$] ms, respectivamente).

No grupo EU a sessão de exercício de força diminuiu os índices RMSSD e pNN50 (63 ± 27 vs. 13 ± 14 [$p=0,01$]; 37 ± 16 vs. 3 ± 10 [$p=0,02$] ms, respectivamente). Após 30 minutos de recuperação os valores permaneceram similares aos valores medidos durante o exercício (13 ± 14 vs. 21 ± 15 [$p=0,1$]; 3 ± 10 vs. 6 ± 10 [$p=0,09$] ms, respectivamente) e maiores que os índices RMSSD e pNN50 de repouso (63 ± 27 vs. 21 ± 15 [$p=0,01$]; $37,1 \pm 16,8$ vs. $6,2 \pm 10$ [$p=0,01$] ms, respectivamente).

Na figura 5A, o sobrepeso não interferiu na resposta do componente de baixa frequência em repouso e recuperação (SO: 44 ± 12 vs. EU: 76 ± 11 [$p=0,1$]; SO: 51 ± 17 vs. EU: 84 ± 7 [$p=0,2$] n.u., respectivamente). Em ambos os grupos foi observado que o componente de baixa frequência de repouso foi menor que o componente de baixa frequência de recuperação (SO: 44 ± 12 vs. 76 ± 11 [$p=0,01$]; EU: 51 ± 17 vs. 84 ± 7 [$p=0,02$] n.u.). Na figura 5B foi observado valores da resposta do componente de alta frequência em repouso e recuperação. O sobrepeso não

interferiu na resposta do componente de alta frequência em repouso e recuperação (SO: 54 ± 11 vs. EU: 48 ± 17 [$p=0,1$]; SO: 23 ± 11 vs. EU: 15 ± 7 [$p=0,2$] n.u., respectivamente). Em ambos os grupos foi observado que o componente de alta frequência de repouso foi menor que o componente de alta frequência de recuperação (SO: 54 ± 11 vs. 23 ± 11 [$0,01$]; EU: 48 ± 17 vs. 15 ± 7 [$p=0,01$] n.u.).

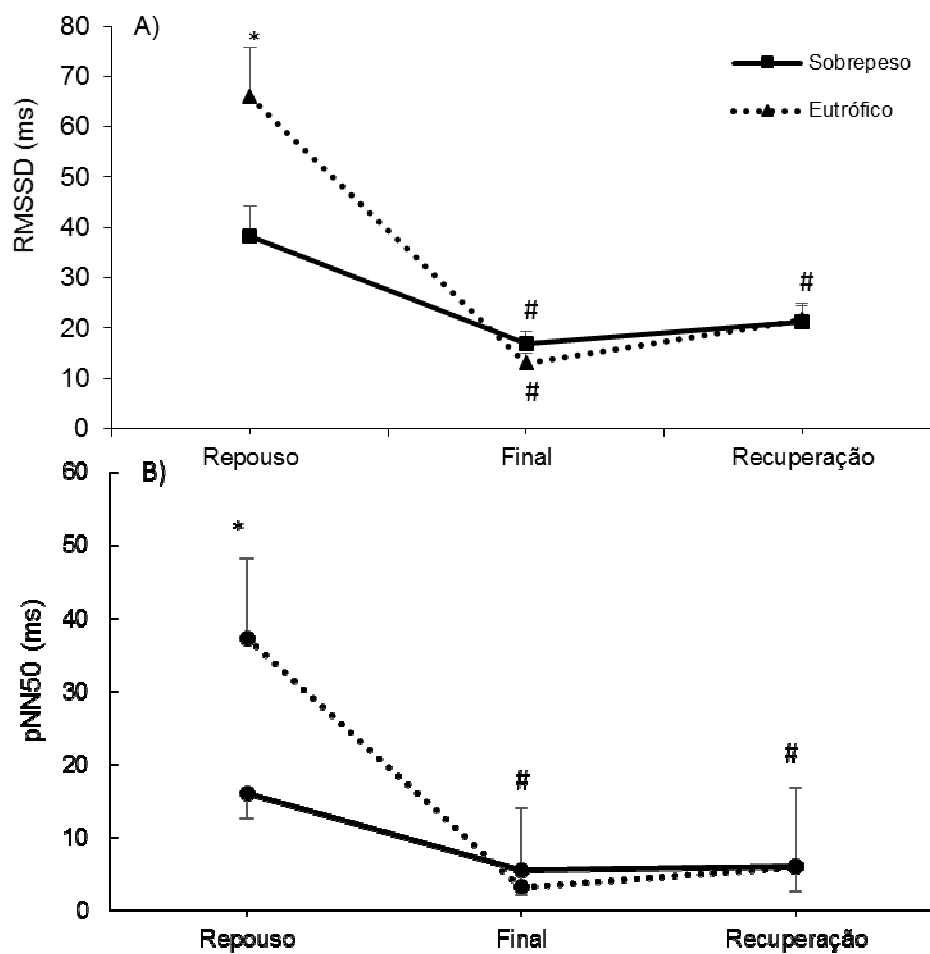


Figura 5. Respostas da modulação parassimpática no repouso, no final e na recuperação de uma sessão de exercício de força em adolescentes. A) Resposta do índice RMSSD. * $p < 0,05$ vs. sobrepeso, # $p < 0,05$ vs. repouso, baseado na ANOVA de 2 vias para medidas repetidas com post-hoc de Tukey. B) Resposta do índice pNN50. * $p < 0,05$ vs. sobrepeso, # $p < 0,05$ vs. repouso, baseado na ANOVA de 2 vias para medidas repetidas com post-hoc de Tukey.

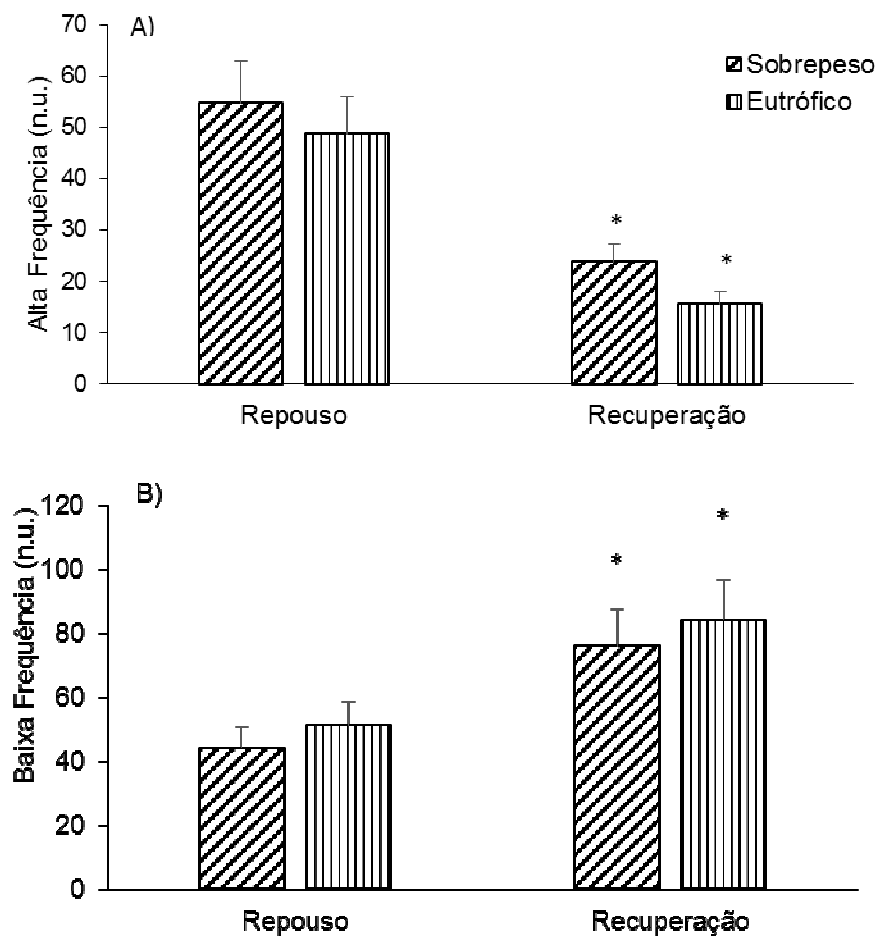


Figura 6. Respostas dos componentes de alta frequência normalizado (modulação parassimpática – figura A) e baixa frequência (modulação simpática – figura B) em repouso e na recuperação de uma sessão de exercício de força em adolescentes. * $p < 0,05$ vs. repouso, baseado na ANOVA de 2 vias com post-hoc de Tukey.

6 DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou a resposta cardiovascular e autonômica cardíaca à uma sessão de exercício de força em adolescentes com sobrepeso. Os resultados demonstraram que o sobrepeso não interferiu na cinética da frequência cardíaca, da pressão arterial, da modulação simpática e parassimpática em resposta ao exercício de força. Foi observada resposta semelhante ao grupo eutrófico, com aumento da FC durante a sessão de exercício de força, associado à elevação da modulação simpática e redução da modulação parassimpática. Também foi observada hipotensão pós exercício semelhante ao grupo eutrófico, com diminuída modulação simpática e aumentada modulação parassimpática pós exercício.

Esta pesquisa utilizou dois grupos de estudo (sobrepeso e eutrófico), os quais apresentaram uma distribuição normalizada e homogênea para todas as variáveis estudadas. Para que o indivíduo participasse da pesquisa era essencial que ele cumprisse alguns requisitos. O primeiro critério foi a classificação do IMC para determinação do grupo sobrepeso ou eutrófico. Por isso, os dados mostraram que o IMC foi diferente entre os grupos, como observado o IMC foi maior no grupo sobrepeso. Este método de avaliação foi padronizado para crianças e adolescentes por Cole et al.³⁰. Ele tem sido utilizado na literatura mundial, porque é prático, rápido, apresenta associação com risco de infarto do miocárdio e outras doenças^{6,12}. O valor da estatura foi igual entre os grupos, porém ele serviu apenas para o cálculo do IMC e descrição da amostra. Outro critério que creditou a participação no estudo foi o nível de atividade física de sedentário, pois este aumenta o risco cardiovascular. Ele foi avaliado por um questionário recordatório chamado IPAQ, o qual foi validado no Brasil por Guedes, Lopes e Guedes⁵³, com a ressalva de que quando aplicado a adolescentes poderia haver dificuldade de interpretação das respostas. Porém, este adotou o questionário porque era uma ferramenta acessível, barata e de rápida aplicação.

Outra medida utilizada como critério de inclusão foi a pressão arterial de repouso, a qual teria que estar dentro dos valores normais, segundo a

classificação da VI Diretriz Brasileira de Hipertensão⁵⁶, pois há evidências de que pessoas com pré-hipertensão ou hipertensão podem apresentar disfunção autonômica cardíaca⁵⁷. Assim, ambos os grupos deste estudo cumpriram este critério. Outro critério foi que a amostra estivesse acima do estágio 3 de maturação sexual, pois há uma relação entre as fases da puberdade com a atividade autonômica e hemodinâmica⁵⁸. Outros fatores que poderiam interferir nos valores da modulação autonômica foram os indicadores metabólicos: glicemia, colesterol, triglicérides, HDL e LDL⁵⁹. Os dados destas variáveis não apresentaram diferença entre os grupos, exceto o triglicérides, mas todos os indicadores de ambos grupos estavam com os valores considerados normais pela VI Diretriz Brasileira de Diabetes Mellitus⁶⁰.

As respostas cardiovasculares não foram influenciadas pelo sobrepeso. A PAS e PAD foram avaliadas em repouso e após uma sessão de exercício de força. No presente estudo, a pressão arterial foi aferida por um aparelho digital, validado para crianças e adolescentes brasileiras por Christofaro et al.⁶¹. A utilização deste aparelho independe da experiência da técnica de aferição do avaliador, garantindo valores fidedignos. Neste estudo, o valor médio da pressão arterial sistólica e diastólica de repouso em adolescentes eutróficos foi $116 \pm 12 / 64 \pm 7$ mmHg, corroborando com os achados de Christofaro et al.⁶¹, citado anteriormente. No trabalho destes autores foi verificado que adolescentes apresentaram pressão arterial sistólica e diastólica de repouso de $109 \pm 8 / 64 \pm 6$ mmHg, semelhante aos achados deste estudo. Portanto para medidas de repouso este equipamento em adolescentes este aparelho já está validado.

A amostra do presente estudo foi composta de adolescentes normotensos e com diferentes massas corporais. Neste sentido, não foi encontrado nenhum estudo que verificasse o efeito agudo no sistema cardiovascular após o exercício de força em adolescentes com excesso de peso. Então, será utilizado estudos com adultos assintomáticos para tentar explicar porque ocorre a resposta hipotensora, já que o sobrepeso não influenciou na resposta da pressão arterial após a sessão de exercício de força. Mas, ambos os grupos deste estudo apresentaram redução da PAS e PAD pós-exercício de força.

Esta diminuição da pressão arterial pós exercício, em adultos assintomáticos e hipertensos, se manteve, foi igual, ou diminuiu após o exercício

de força em relação ao repouso⁶²⁻⁶⁴. A divergência nas respostas ocorrem devido as diferentes cargas aplicadas, número de séries, quantidade de exercícios, massa muscular envolvida. Sendo assim, o presente estudo utilizou uma intensidade moderada de 60% de 1RM, a qual é recomendada para adolescentes iniciantes na prática de exercício de força¹⁶. Corrobora com os resultados de outras pesquisas, como a de Rezk et al.⁶³ demonstrando que a intensidade não interferiu na resposta hipotensora da PAS, já que os autores utilizaram duas intensidades extremas de 40% e 80% de 1RM. Porém, em relação a PAD não foi verificada hipotensão na maior intensidade, porque houve aumento da resistência vascular periférica após o exercício e diminuição do débito cardíaco⁶³.

Em outra investigação, Simão et al.⁶⁴ verificou que intensidade e o volume não interferem na hipotensão da PAS e PAD após o exercício de força. Nesse foram utilizados protocolos de 5 e 6 exercícios com 3 séries de 12 repetições. Esta metodologia se assemelha a utilizada no presente estudo. Outra possível influência para ter ocorrido a hipotensão foi a sessão de treinamento ter sido composta por exercícios de grandes e pequenos grupos musculares⁶⁵. Desta forma esta resposta hipotensora que ocorre após o exercício de força pode ser atribuída a uma diminuição do volume sistólico, débito cardíaco, da resistência vascular periférica, da atividade simpática periférica e permanência da modulação simpática cardíaca de recuperação em relação aos valores de repouso em adultos normotensos⁶³.

Outra medida realizada no presente estudo foi da FC, a qual não teve influência do sobrepeso ao final e após de uma sessão de exercício de força em adolescentes. O aparelho utilizado neste estudo para medir a frequência cardíaca foi o monitor de frequência cardíaca semelhante ao utilizado em outro estudo, como o de Brunetto et al.⁶⁶ que verificaram a resposta cardiovascular a uma manobra de *tilt* em adolescentes obesos e eutróficos. Além disso, os valores da frequência cardíaca de repouso encontrados neste estudo de 73 ± 9 bpm em adolescentes eutróficos foi semelhante ao encontrado por Baum et al.⁴⁷ de 78 ± 11 bpm, o qual mediu a frequência cardíaca com o eletrocardiograma. No presente estudo o SO apresentou FC maior que o EU, mas ambos estavam dentro da faixa de normalidade, que é entre 60 e 80 bpm.

Ainda mais em ambos os grupos o comportamento da frequência cardíaca ao final e após a sessão de treinamento de força foi similar. A frequência cardíaca aumentou do repouso para o final do exercício, em seguida ela diminuiu 30 minutos após o exercício, mas não retornou aos valores de repouso. Este comportamento da frequência cardíaca ao exercício de aumento com o início da atividade, redução após o seu término e permanência acima dos valores de repouso corrobora com o estudo de Rezk et al.⁶³. Estes autores verificaram uma frequência cardíaca aumentada durante 90 minutos de recuperação tanto em baixa e alta intensidades em adultos. Da mesma forma que a pressão arterial não foi encontrada pesquisas que relacionadas ao efeito agudo do exercício no sistema cardiovascular em adolescentes com diferentes pesos corporais.

Possíveis explicações para o mecanismo da FC pós-exercício pode ser devido ao estresse metabólico causado pelo exercício, o qual ocasiona um estímulo dos quimiorreceptores para manutenção de um fluxo sanguíneo com objetivo de remover os resíduos metabólicos do treino. Outra explicação pode ser complementada com os resultados da modulação autonômica cardíaca que foi apresentada no presente estudo, já que após o exercício a modulação simpática permaneceu aumentada e a modulação parassimpática diminuída em relação ao repouso. Estes mecanismos tem a função de controlar a frequência cardíaca.

Para avaliação da modulação autonômica cardíaca foi utilizado um monitor de frequência cardíaca. Vários estudos encontraram uma boa correlação entre este monitor com o eletrocardiograma em repouso e populações diferentes⁶⁷⁻⁶⁹. Quando a VFC está reduzida supõe-se que o indivíduo está com uma modulação simpática aumentada e parassimpática diminuída. Este quadro tem sido demonstrado nos estudos que comparam indivíduos com diferentes massas corporais. Por exemplo, Tasçilar et al.¹¹, fizeram um eletrocardiograma na posição supina por 5 minutos em crianças obesas e observaram que elas possuíam VFC de repouso reduzido em relação aos eutróficos. Outra investigação utilizou o monitor de frequência cardíaca numa população de adolescentes com o mesmo tempo de medida do estudo anteriormente citado foi observado que os indivíduos com obesidade possuíam um VFC de repouso reduzido⁷⁰. Na análise do VFC ao final e após a sessão de treinamento de força não interferência do sobrepeso. Durante exercício de força houve uma redução do VFC em relação ao repouso

em ambos. Este comportamento era esperado por causa do estímulo exercido aos mecanorreceptores e quimiorreceptores para aumentar modulação simpática e uma retirada vagal. Na recuperação, somente no grupo eutrófico ocorreu um aumento do VFC, porém em ambos os grupos os valores não retornaram aos valores de repouso. Isto pode ser explicado pela revisão de literatura de Peçanha, Silva-Júnior e Forjaz⁷¹ e no estudo de Buchheit, Laursen e Ahmaid⁷², os quais observaram que havia relação entre a concentração de lactato, pH sanguíneo e índices da modulação autonômica cardíaca pós-exercício físicos com características metabólicas semelhantes a modalidade de exercício utilizado no presente estudo. Outra possível explicação seria que após uma sessão de treinamento de força ocorre remoção dos metabólitos produzidos. Todas estas substâncias presentes no sangue mantêm o estímulo dos quimiorreceptores⁷³. Estes enviam o estímulo para o sistema nervoso autonômico para manter uma atividade simpática aumentada em relação ao repouso para manter o fluxo sanguíneo aumentado. Por isso, o VFC se mantém diminuído em relação aos valores de repouso mesmo após 30 minutos de recuperação.

A análise da modulação simpática e parassimpática de repouso foi feita por dois métodos da variabilidade da frequência cardíaca: a análise no domínio do tempo, com uso dos índices SDNN, RMSSD e pNN50 (representativo de modulação parassimpática) e análise no domínio da frequência pelos componentes de baixa (representativo de modulação simpática) e alta (parassimpático) frequência. Nos resultados utilizando o primeiro método foi observado que o sobrepeso apresentou uma modulação simpátovagal aumentada e parassimpática reduzida em relação ao grupo eutrófico. Por isso a FC de repouso foi maior no SO.

Porém pelo método do domínio da frequência o sobrepeso não influenciou na modulação simpática e parassimpática. Esta discrepância entre os métodos de análise da variabilidade da frequência cardíaca no repouso tem ocorrido em outros estudos com a população de adolescentes. Por exemplo, Brunetto et al.⁶⁶, não encontrou diferenças no índice SDNN entre indivíduos obesos e eutrófico, mas observou que os obesos possuíam um componente de baixa frequência maior e de alta frequência menor que seus pares. Enquanto, Nagai e Moritani¹⁰, observaram que os adolescentes obesos possuíam tanto uma modulação

simpática e parassimpática reduzidas utilizando o método do domínio da frequência. Estes resultados diferentes podem ter ocorrido devido a metodologia de coleta de dados empregada num espaço de tempo de curta e longa duração. Como também existe sensibilidade de cada método matemático para esses tempos de medidas. No entanto, a análise da modulação simpática e parassimpática por essas variáveis tem sido utilizada como ferramenta de prognóstico da função autonômica cardíaca. Pois, está com uma modulação autonômica simpática cardíaca aumentada e parassimpática diminuída aumenta o risco de mortalidade por infarto precocemente na vida adulta.

Quando foram analisadas durante o exercício e na recuperação tanto os índices do domínio do tempo quanto da frequência se comportaram de maneira semelhante quando os grupos foram comparados. Em ambos, após 30 minutos de recuperação a modulação autonômica simpática estava aumentada e a parassimpática diminuída em relação ao repouso tanto no grupo controle quanto no grupo com sobrepeso. No estudo de Okuno et al.⁷⁴, ocorreu a mesma cinética da modulação autonômica cardíaca, ou seja, os 30 minutos não foram suficientes para que adultos ativos retornassem aos seus valores de repouso. Porém foi aplicado apenas um exercício e uma intensidade de 80% de 1RM. Em outro estudo com indivíduos saudáveis foram aplicadas intensidades de 40% 1RM e 80% 1RM, e em ambos protocolos os sujeitos permaneceram com a atividade vagal diminuída e a simpática aumentada mesmo uma hora depois do treino⁶³. Esta resposta pode ser explicada na revisão de Peçanha, Silva-Júnior e Forjaz⁷¹, os quais relatam que devido ao estímulo dos quimiorreceptores, o sistema nervoso autônomo mantém uma modulação simpática aumentada e parassimpática diminuída. Pois, é necessário a manutenção de um fluxo sanguíneo maior que os valores de repouso para remoção dos produtos metabólicos gerados durante o exercício, como também outras substâncias responsáveis pelo restabelecimento da homeostase corporal.

6.1 Limitações

O presente estudo apresentou uma amostra reduzida no grupo sobrepeso quando foi feita análise da modulação autonômica cardíaca. Devido aos outliers presentes nos registros da FC, inviabilizando a análise de todos os registros inicialmente obtidos. De qualquer maneira, isto já ocorreu em outro estudo, que inclusive apresentou os resultados com o número de sujeitos semelhantes ao da presente pesquisa⁶³.

7 CONCLUSÃO

Dessa forma, é possível concluir que o comportamento cardiovascular e autonômico cardíaco, em adolescentes sedentários, em repouso foi influenciado pelo sobrepeso. Pois, o grupo sobrepeso apresentou FC e modulação simpática aumentada, como também a modulação parassimpática diminuída. Porém, o sobrepeso não influenciou nas respostas cardiovascular e da modulação autonômica cardíaca após exercício de força de intensidade moderada.

Portanto, os dados sugerem o exercício de força, quando realizado na mesma intensidade e volume do utilizado neste estudo, pode ser prescrito para adolescentes com sobrepeso, sem representar risco adicional de evento cardiovascular.

8 REFERÊNCIAS

1. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa de Orçamentos Familiares de 2008-2009. IBGE, 2011.
2. World Health Organization. Statistical information system (WHOSIS): part II. Global health indicator tables and footnotes. Geneva: 2010 WHO.
3. EBBELING CB, PAWLAK DB, LUDWIG DS. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. THE LANCET. 2002; 360 (9331): 473-82.
4. FERNANDEZ JR, KLIMENTIDIS YC, DULIN-KEITA A, CASAZZA K. Genetic influences in childhood obesity: recente progress and recommendations for experimental designs. Int J Obes. 2012; 36 (4) 479-84.
5. PAN Y, PRATT CA. Metabolic syndrome and its association with diet and physical activity in US adolescents. J Am Diet Assoc. 2008; 108 (2): 276-86.
6. BEREKET A, ATAY Z. Current status of childhood obesity and its associated morbidities in Turkey. J Clin Res PediatrEndocrinol. 2012; 4 (1) 1-7.
7. HEALY GN, DUNSTAN DW, SALMON J, CERIN E, SHAW JE, ZIMMET PZ, OWEN N. Breaks in sedentary time: beneficial associations with metabolic risk. Diabetes Care. 2008; 31 (4): 661–66.
8. OLIVEIRA FM, TRAN WH, LESSER D, BHATIA R, ORTEGA R, MITTELMAN SD, KEENS TG, DAVIDSON WARD SL, KHOO MC. Autonomic and metabolic effects of OSA in childhood obesity. ConfProc IEEE Eng Med Biol Soc. 2010; 2010: 6134-7.
9. DANGARDT F, VOLKMANN R, CHEN Y, OSIKA W, MARILD S, FRIBERG P. Reduced cardiac vagal activity in obese children and adolescents. ClinPhysiolFunctImaging. 2010; 32 (2): 108-13.
10. NAGAI N, MORITANI T. Effect of physical activity on autonomic nervous system function in lean and obese children. Int J ObesRelatMetabDisord. 2004; 28 (1) 27-33.

11. TASÇILAR ME, YOKUŞOĞLU M,, BOYRAZ M, BAYSAN O, KÖZ C, DÜNDARÖZ R. Cardiac Autonomic functions in Obese Children. *J Clin Res PediatrEndocrinol*. 2011; 2 (3): 60-4.
12. OWEN CG, WHINCUP PH, ORFEI L, CHOU QA, RUDNICKA AR, WATHERN AK, KAYE SJ, ERIKSSON JG, OSMOND C, COOK DG. Is body mass index before middle age related to coronary heart disease risk in later life? Evidence from observational studies. *Int J Obes (Lond)*. 2009; 33 (8): 866-77.
13. BRAY GA; SMITH SR, DEJONGE L; DE SOUZA R; ROOD J; CHAMPAGNE CM; LARANJO N; CAREY V; OBARZANEK E; LORIA CM; ANTON SD; RYAN DH; GREENWAY FL, WILLIAMSON D, SACKS FM. Effect of diet composition on energy expenditure during weight loss: the POUNDS LOST Study. *Int J Obes*. 2012; 36: 448–55.
14. JONGE L, MOREIRA EAM, MARTIN CK, RAVUSSIN E, PENNINGTON THE, CALERIE TEAM. Impact of Six-Month Caloric Restriction on Autonomic Nervous System Activity in Healthy, Overweight, Individuals. *Obesity*(Silver Spring). 2010; 2 (18): 414–16.
15. KELISHADI R, MALEKAHMADI M, HASHEMIPOUR M, SOGHRATI M, SOGHRATI M, MIRMOGHTADAEI P, GHATREHSAMANI S, POURSAFA P, KHAVARIAN N. Can a Trial of Motivational Lifestyle Counseling be Effective for Controlling Childhood Obesity and the Associated Cardiometabolic Risk Factors? *Pediatr Neonatol*. 2012; 53: 90-7.
16. LLOYD RS, FAIGENBAUM AD, STONE MH, OLIVER JL, JEFFREYS I, MOODY JA, et al. Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *B J Sports Med*. Published Online First: 20 September 2013 DOI:10.1136.
17. BRUNETTO AF; ROSEGUINI BT; SILVA BM, HIRAI DM; RONQUE EV; GUEDES DP. Limiar de variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes obesos e não-obesos. *Rev Bras Med Esporte*. 2008; 14 (2): 145-49.
18. MOLLER NC, GRONTVED A, WEDDERKOPP N, RIED-LARSEN M, KRISTENSEN PL, ANDERSEN LB, et al. Cardiovascular disease risk factors and blood pressure response during exercise in healthy children and adolescents: The European Youth Heart Study. *J Appl Physiol*. 2010, 109: 1125-32.
19. DIPLA K, ZAFEIRIDIS A, KOIDOU I, GELADAS N, VRABAS IS. Altered hemodynamic regulation and reflex control during exercise and recovery in obese boys. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2010, 299: H2090-96.
20. COLE CR, FOODY JM, BLACKSTONE EH, LAUER MS. Heart rate recovery after submaximal exercise testing as a predictor of mortality in a cardiovascular healthy cohort. *Ann Intern Med*. 2000; 132 (7): 552–55.

21. MORA S, REDBERG RF, CUI Y, WHITEMAN MK, FLAWS JA, SHARRETT AR, BLUMENTHAL RS. Ability of exercise testing to predict cardiovascular and all-cause death in asymptomatic women: a 20-year follow-up of the lipid research clinics prevalence study. *JAMA*. 2003; 290 (12): 1600–07.
22. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa de Orçamentos Familiares de 2008-2009. IBGE, 2004.
23. OLIVEIRA CS, VEIGA GV. Estado Nutricional e Maturação Sexual de Adolescentes de uma Escola Pública e de uma Escola Privada do Município do Rio de Janeiro. *Rev Nutr*. 2005; 18 (2): 183-191.
24. COSTA MB, SILVA JHA, SIMÕES ACSR, ALVES MJM, Obesidade infantil: características em uma população atendida pelo programa de saúde da família. *Rev APS*. 2011; 3 (14): 283-288.
25. MENDONÇA MRT, SILVA MAM, RIVERA IR, MOURA AA. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes da cidade de Maceió. *RevAssMed Bras*. 2010; 56 (2): 192-6.
26. SILVA DAS. Prevalência de sobrepeso e obesidade em pré-escolares de alto nível sócioeconômico da cidade de aracaju-se. *Medicina, Ribeirão Preto*. 2008; 41 (2): 177-81.
27. SILVA DAS. Sobrepeso e obesidade em crianças de cinco a dez anos de idade beneficiárias do Programa Bolsa Família no estado de Sergipe, Brasil. *Rev Paul de Pediatr [online]*. 2011; 29 (4): 529-35.
28. PETROSKI EL, SILVA RGS, PELEGRINI A. Crescimento físico e estado nutricional de crianças e adolescentes da região de Cotinguiba, Sergipe. *Rev Paul Pediatr*. 2008; 26 (3) 206-11.
29. GOULART AO, TOCK L, CARNIER J, DÂMASO A. Etiologia da obesidade. In: DÂMASO A. *Obesidade*. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2009. p. 1-17.
30. 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 (18): 1351–1357.
31. ZUTPHEN MV, BELL AC, KREMER PJ, SWINBURN BA. Association between the family environment and television viewing in Australian children. *J Paediatr Child Health*. 2007; 43 (6) 458–63.
32. MONTAGUE CT, FAROOQI IS, WHITEHEAD JP, SOOS MA, RAU H, WAREHAM NJ, SEWTER CP, DIGBY JE, MOHAMMED SN, HURST JA, CHEETHAM CH, EARLY AR, BARNETT AH, PRINS JB, O'RAHILLY S. Congenital leptin deficiency is associated with severe early-onset obesity in humans. *Nature*. 1997; 387 (6636): 903–08.

33. SALMERON J, HU FB, MANSON JE, STAMFER MJ, COLDTZ GA, RIMN EB, WILLETT WC. Dietary fat intake and risk of type 2 diabetes in women. *Am J Clin Nutr*. 2001; 73 (6) 1019–26.
34. CASTRO,RP, VILLAGELIM ASB, CRUZ CO, PRADO SD. Publicidade de alimentos veiculada em canais de TV por assinatura dirigidos à população infantil / foodadvertisingonchildren'spay-tvchannels. *Ceres: Nutrição & Saúde*. 2009; 4 (3): 107-16.
35. GURAN T, TURAN S, AKCAI T, DEGIRMENCI F, AVSI O, ASAN A, ERDIL E, MARJIL A, BEREKET A. Contentanalysisoffoodadvertising in Turkishtelevision. *J Paediatr Child Health*. 2010; 46 (7-8): 427-30.
36. WARSCHBURGER P, KRÖLLER K. "Childhood overweight and obesity: maternal perceptions of the time for engaging in child weight management". *BMC Public Health*. 2012; 12 (295).
37. BJØRGE T, ENGELAND A, TVERDAL A, SMITH GD. Body mass index in adolescence in relation to cause-specific mortality: a follow-up of 230,000 Norwegian adolescents. *Am J Epidemiol*. 2008; 168 (1): 30-7.
38. KAWAGUCHI LYA, et al. Caracterização da variabilidade da frequência cardíaca e sensibilidade do barorreflexo em indivíduos sedentários e atletas do sexo masculino. *Rev Bras Med Esporte*. 2007; 13 (4): 207-212.
39. LAUER MS. Session I: pathways involved in neuromodulation of risks in coronary artery disease - Autonomic function and prognosis. *Cleve Clin J Med*. 2009; 76 (Suppl 2): S18-S22.
40. LONGO A, FERREIRA D, CORREIA MJ. Variabilidade da frequência cardíaca. *Rev Port Cardiol*. 1995; 14 (3): 241-262.
41. PUMPRLA J; HOWORKA K; GROVES D; CHESTER M; NOLAN J. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *Int J Cardiol*. 2002; 84 (1): 1-14.
42. COLE TJ, BELLIZZI MC, FLEGAL KM, DIETZ WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000; 320 (1240): 1-6.
43. THAYER JF, LANE RD. The role of vagal function in the risk for cardiovascular disease and mortality. *Biol Psychol*. 2007; 74 (2): 224–42.
44. LAMBERT E, DAWOOD T, STRAZNICKY N, SARI C, SCHLAICH M, ESLER M, LAMBERT G. Association between the sympathetic firing pattern and anxiety level in patients with the metabolic syndrome and elevated blood pressure. *J Hypertens*. 2010; 28 (3): 543-50.

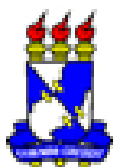
45. SCHMID K, SCHÖNLEBE J, DREXLER H, MUECK-WEYMANN M. Associations between being overweight, variability in heart rate, and well-being in the young men. *Cardiol Young*. 2010; 20 (1) 54-9.
46. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*. 1996; 93 (5) 1043-65.
47. BAUM P, PETROFF D, CLASSEN J, KIESS W, BLÜHER S. Dysfunction of Autonomic Nervous System in Childhood Obesity: A Cross-Sectional Study. *PLOS ONE*. 2013; 8 (1).
48. SOARES-MIRANDA L; SANDERCOCK G; VALE S; SANTOS R; ABREU S; **Sociedade Brasileira de Cardiologia**. VI Diretriz Brasileira de Hipertensão. 2010.
49. RABBIA F, SILKE B, CONTERNO, GROSSO T, DE VITO B, RABBONE I, CHIANDUSSI L, VEGLIO F. Assessment of cardiac autonomic modulation during adolescent obesity. *Obes Res*. 2003; 11 (4): 541– 8.
50. ALONSO DOA, FORJAZ CLM, REZENDE LO, BRAGA AMFW, BARRETTO ACP, NEGRÃO CE, RONDON MUPB. Comportamento da frequência cardíaca e da sua variabilidade durante as diferentes fases do exercício físico progressivo máximo. *Arq Bras Cardiol*. 1998; 71 (6): 787-92.
51. LIN L, KUO H, LAI L, LIN J, TSENG C, HWANG J. Inverse correlation between heart rate recovery and metabolic risk in healthy children and adolescents. *Diabetes Care*. 2008; 31 (5): 1015-20.
52. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: 1995 WHO.
53. GUEDES DP, LOPES CC, GUEDES JERP. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física em adolescentes. *RevBrasMed Esporte*. 2005; 11 (2): 151-8.
54. DIAS RMR, CYRINO ES, SALVADOR EP, CALDEIRA LFS, NAKAMURA FY, PAPAST RR, BRUNA N, GURIÃO ALD. Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1-RM. *RevBrasMed Esporte*. 2005; 11 (1): 34-8.
55. RUHA A, SALLINEN S, NISSILA S. A real-time microprocessor QRS detector system with a 1-ms timing accuracy for the measurement of ambulatory HRV. *IEEE Trans Biomed Eng*. 1997; 44: 159-167.
56. Sociedade Brasileira de Cardiologia / Sociedade Brasileira de Hipertensão/Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. *ArqBrasCardiol*. 2010, 95(1 supl.1): 1-51.

57. MANCIA G, GRASSI G, PARATI G, DAFFONCHIO A. Evaluating sympathetic activity in human hypertension. *J Hypertens Suppl.* 1993; 11 (5): 154-5.
58. GOULOPOULOU S, FERNHALL B, KANALEY JA. Developmental changes in hemodynamic responses and cardiovagal modulation during isometric handgrip exercise. *Int J Pediatr.* 2010; 2010. DOI: 10.1155/2010/153780.
59. FREITAS JÚNIOR IF, MONTEIRO PA, SILVEIRA LS, CAYRES SU, ANTUNES BM, BASTOS KN, CODOGNO JS, SABINO JPJ, FERNANDES RA. Resting heart rate as predictor of metabolic dysfunctions in obese children and adolescents. *BMC Pediatr.* 2012; 12 (5): 1-7.
60. Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretriz da Sociedade Brasileira de Diabetes. 3ed. Itapevi, SP: A. Araulo Silva Farmacêutica, 2009.
61. CHRISTOFARO DGD, FERNANDES RA, GERAGE AM, ALVES MG, POLITO MD, OLIVEIRA AR. Validation of the Omron HEM 742 Blood Pressure Monitoring Device in Adolescents. *Arq Bras Cardiol.* 2009; 92 (1): 9-14.
62. ROSSOW LM, FAHS CA, SHERK VD, SEO DI, BEMBEN DA, BEMBEN MG. The effect of acute blood-flow-restricted resistance exercise on postexercise blood pressure *Clin Physiol Funct Imaging.* 2011; 31 (6): 429-34.
63. REZK CC, MARRACHE RCB, TINUCCI T, MION Jr. D, FORJAZ CLM. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol.* 2006; 98: 105-12.
64. SIMÃO R, FLECK SJ, POLITO M, MONTEIRO W, FARINATTI P. Effects of resistance training intensity, volume, and session format on the postexercise hypotensive response. *J Strength Cond Res.* 2005; 19 (4): 853-8.
65. POLITO MD FARINATTI PTV. Blood pressure behavior after counter-resistance exercises: a systematic review on determining variables and possible mechanisms. *RBME.* 2006; 12 (6): 345-50.
66. BRUNETTO AF, ROSEGUINI BT, SILVA BM, HIRAI DM, GUEDES DP. Respostas autonômicas cardíacas à manobra de *Tilt* em adolescentes obesos. *Rev Ass Med Bras.* 2005; 51 (5): 256-60.
67. GAMELIN FX; BERTHOIN S; BOSQUET L. Validity of the Polar S810 heart-rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Med Sci Sports & Exerc.* 2006; 38 (5): 887-93.
68. NUNAN D, DONOVAN G, JAKOVljevic DG, HODGES LD, SANDERCOCK GRH, BRODIE DA. Validity and Reliability of Short-Term Heart-Rate Variability from the Polar S810. *Med Sci Sports Exerc.* 2008; 41 (1): 243-50.

69. WALLÉN MB, HASSON D, THEORELL T, CANLON B, OSIKA W. Possibilities and limitations of the polar RS800 in measuring heart rate variability at rest. *Eur J Appl Physiol*. 2012; 112: 1153-65.
70. VANDERLEI LCM, PASTRE CM, FREITAS JÚNIOR IF, GODOY MF. Analysis of cardiac autonomic modulation in obese and eutrophic children. *Clinics*. 2010; 65 (8): 789-92.
71. PEÇANHA T, SILVA-JÚNIOR ND, FORJAZ CLM. Heart rate recovery: autonomic determinants, methods of assessment and association with mortality and cardiovascular diseases. *ClinPhysiolFunct Imaging*. Epub ahead of print, 2013. doi: 10.1111/cpf.1210.
72. BUCHHEIT M, LAURSEN PB, AHMAIDI S. Parasympathetic reactivation after repeated sprint exercise. *AJP. Heart and Circulatory Physiology*. 2007; 293(1):133–41.
73. PERINI R, ORIZIO C, GAMBA A, VEICSTEINAS A. Kinetics of heart rate and catecholamines during exercise in humans. The effect of heart denervation. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1993; 66: 500–6.
74. OKUNO NM, PEDRO RE, LEICHT AS, DE PAULA RAMOS S, NAKAMURA FY. Cardiac autonomic recovery after a single session of resistance exercise with and without vascular occlusion. *J Strength Cond Res*. Epub ahead of print, 2013.

9 APÊNDICES

APÊNDICEA – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: “Efeito de uma Sessão de Exercício de Força na Recuperação da Frequência Cardíaca de Adolescentes.”

Pesquisador: Ricardo Fontes Macêdo¹ e Rogério Brandão Wichi²

¹Bacharel em Educação Física – Contato: (79) 9979-2565

²Professor do Departamento de Educação Física da UFS – Contato: (79) 21056537

O filho do Sr.(a) está sendo convidado a participar desta pesquisa que tem como finalidade verificar efeito de uma sessão de exercício de força na recuperação da frequência cardíaca de adolescentes com sobrepeso. Em um primeiro momento será feita uma anamnese, onde serão adquiridas informações referentes aos dados pessoais e ao histórico médico. Em seguida, serão realizadas avaliações antropométricas (Peso e Altura, Circunferência Cintura e Quadril), do nível de atividade física (Questionário IPAQ). Em outro momento será realizado um exame de sangue para obter os dados da dosagem de Glicemia, triglicérides e lipídico (HDL, LDL, VLDL E Colesterol total), este exame será realizado por um enfermeiro(a) na Clínica Santa Sophia. Num terceiro momento serão realizadas medidas de repouso da Pressão Arterial, Frequência Cardíaca, e da força máxima (Teste de 1RM). Por fim, na quarta fase realizaremos uma sessão de exercício de

força, o qual conterá 5 exercícios que englobam todos os grupos musculares, e durante este treino serão mensuradas a frequência cardíaca e pressão arterial. A terceira e quarta fases ocorrerão no Departamento de Educação Física da UFS e terá o acompanhamento de um profissional habilitado. O Sr.(a) tem liberdade de recusar a participação do seu filho em qualquer fase da pesquisa, sem ocorrer qualquer prejuízo. Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone do pesquisador do projeto. A participação nesta pesquisa não traz complicações legais. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Os riscos de constrangimento são mínimos. A pesquisa será acompanhada por um profissional da unidade básica de saúde (Médico (a), Enfermeiro (a), Auxiliar de enfermagem)x. Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente a pesquisador, o orientador e o profissional da saúde terão conhecimento dos dados. Ao participar desta pesquisa o filho do Sr.(a) não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo proporcione informações importantes sobre a importância da prática de exercício na proteção do sistema cardiovascular, de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa possa gerar informação sobre os riscos de ter um peso elevado e ser sedentário, acerca do qual o pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos. A participação neste estudo é voluntária, portanto não haverá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação. Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, o item que se seguem:

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura do Responsável

APÊNDICEB – Ofício

Ofício S/N/NUPAFISE

São Cristóvão, 19 de julho de 2013

Ilmo. Sr(a).

xxxxxxxxxxxxxxxxxx,\

Solicitamos permissão para realizar uma pesquisa de Mestrado em Educação Física com os adolescentes do sexo masculino das idades de 16 a 18 anos. O objetivo dessa pesquisa é comparar o efeito de uma sessão de treinamento de força na frequência cardíaca de adolescentes com sobrepeso e peso normal, ambos sedentários. A pesquisa será realizada em 4 fases: 1º Apresentação do estudo para os alunos e entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para autorização dos mesmos e dos pais ou responsáveis; 2º Aferição das variáveis de Peso e Altura (Cálculo do IMC), e questionário de nível de atividade física (IPAQ) para identificação quais indivíduos poderiam ficar grupo sobrepeso sedentário ou no grupo peso normal sedentário; 3º Será marcado com os indivíduos selecionados três dias para as coletas de dados. No primeiro será realizado um exame de sangue para dosagem de glicemia, triglicérides e colesterol. No segundo dia será realizado o Teste de Força Máxima, Pressão Arterial de Repouso e Variabilidade Frequência Cardíaca de Repouso e aplicação da Escala de Tanner. No terceiro dia será realizado a Sessão de Treinamento de Força, na qual serão analisadas as seguintes variáveis antes, durante e após o exercício: Variabilidade Frequência Cardíaca, Pressão Arterial.

Antecipadamente agradecemos e nos colocamos à disposição para o que se fizer necessário.

Atenciosamente,



Prof. Dr. Rogério Brandão Wichi (NUPAFISE/DEF/UFS) – cel. 88660700

Ricardo Fontes Macêdo (Mestrando em Educação Física – DEF/UFS) – cel. 99792565