



**NICKOLAS CIPOLA SUZUKI**

**TREINAMENTO DE FORÇA NO AUMENTO DA  
TAXA METABÓLICA DE REPOUSO PARA O  
CONTROLE DA OBESIDADE.**

Campinas

2018

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**NICKOLAS CIPOLA SUZUKI**

**TREINAMENTO DE FORÇA NO AUMENTO DA  
TAXA METABÓLICA DE REPOUSO PARA O  
CONTROLE DA OBESIDADE.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

**Orientador: Prof. Dr. Renato Barroso**

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A  
VERSÃO FINAL DA MONOGRAFIA  
DEFENDIDA POR NICKOLAS CIPOLA  
SUZUKI E ORIENTADO PELO PROF. DR.  
RENATO BARROSO.

---

Assinatura do Orientador

Campinas 2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Educação Física  
Dulce Inês Leocádio - CRB 8/4991

Cipola Suzuki, Nickolas, 1994-  
Su99t Treinamento de força no aumento da taxa metabólica de repouso para o controle da obesidade / Nickolas Cipola Suzuki. – Campinas, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Renato Barroso da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Treinamento de força. 2. Saúde. 3. Obesidade. I. Silva, Renato Barroso da. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

### Informações adicionais, complementares

**Título em outro idioma:** Resistance training increasing the resting metabolic rate for obesity control

**Palavras-chave em inglês:**

Resistance training

Health

Obesity

**Titulação:** Bacharel

**Banca examinadora:**

Roberto Moriggi Júnior

**Data de entrega do trabalho definitivo:** 05-12-2018

**COMISSÃO JULGADORA**

Renato Barroso

Orientador

Roberto Moriggi Jr.

Banca

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer minha mãe pelo apoio em toda essa trajetória de formação, sempre dando conselhos e a liberdade para eu tomar minhas próprias decisões. Em segundo lugar, agradeço a minha fiel companheira, Fernanda Pagotto, por estar ao meu lado durante esses anos, sendo a pessoa mais próxima e amorosa, o que tornou toda essa caminhada mais fácil. Por fim, aos meus amigos, sou grato pela amizade e por toda a força que me deram, nada seria possível sem o suporte deles. Obrigado a todos.

SUZUKI, Nickolas Cipola. **Treinamento de Força no aumento da Taxa Metabólica de Repouso para o controle da obesidade**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

## RESUMO

O Treinamento de Força tem se mostrado um tipo de exercício físico capaz de atingir diversos objetivos. Em termos de saúde, principalmente, destaca-se por proporcionar diversas adaptações fisiológicas favoráveis para uma melhora da qualidade de vida dos indivíduos praticantes. Sabe-se que a obesidade é um dos grandes problemas de saúde ocorrente na sociedade moderna e que já é difundida em todos os públicos, tornando um cenário preocupante para o futuro. A inatividade física e hábitos alimentares equivocados são os fatores centrais causadores da obesidade, geralmente, associados a uma redução dos gastos energéticos diários e um aumento do consumo energético, portanto, procura-se por alternativas para amenizar essa situação, de modo a prevenir e diminuir os índices de obesidade. Sendo assim, o estímulo à atividade física se torna imprescindível para que se promova uma melhora na qualidade de vida, logo, o treinamento de força é apresentado como uma possível alternativa, pois, além de trazer benefícios na funcionalidade músculo esquelética, pode ser um bom aliado para o controle do peso, da quantidade de gordura e, conseqüentemente, da obesidade. Mais especificamente, alguns estudos tem mostrado que o treinamento de força pode proporcionar um aumento da Taxa Metabólica de Repouso, esta, que representa a maior parte do gasto energético diário, portanto, gerar adaptações nesse sentido pode ser vantajoso para o público que se encontra em quadros de obesidade.

Palavras-chave: Treinamento de Força; Taxa Metabólica de Repouso; Obesidade.

SUZUKI, Nickolas Cipola. **Resistance Training increasing the Resting Metabolic Rate for obesity control**. 2018. Course Competition Assignment (Undergraduate in Physical Education) - Faculty of Physical Education. State University of Campinas, Campinas, 2018.

## ABSTRACT

The Resistance Training has shown to be a type of exercise capable to achieve many kinds of objectives. In terms of health, it has been notable for bringing several favourable physiological adaptations to improve the quality of life of the practicing individuals. It is already known that obesity is one of the biggest health issues in modern society and it is already spread to all different people, which make the future scenario even more concerning. Physical inactivity and bad nutritional habits are the main problems related to obesity, usually, associated with a reduction of the daily energy expenditure and an elevation of daily energy consumption, therefore, there is a search for alternatives to improve this situation in a way to prevent and reduce these values. Thus, the stimuli for physical activity turns to be indispensable when promoting a better quality of life and the resistance training is presented as a possible alternative because it can bring benefits for a better skeletal muscle functionality, be a good ally for the weight control, percentage of fat and, consequently, help on obesity. Moreover, some researches has shown that the resistance training can provide an elevation on the Resting Metabolic Rate, the one that is responsible for most of the daily energy expenditure, therefore, adaptations regarding the elevation on Resting Metabolic Rate can be useful for obese people.

Keywords: Resistance Training; Resting Metabolic Rate; Obesity.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Índice de Massa Corporal para adultos. ....14

Tabela 2: Índice de Massa Corporal por idade - sexo masculino. ....14

Tabela 3: Índice de Massa Corporal por idade - sexo feminino. ....15

## SUMÁRIO

NICKOLAS CIPOLA SUZUKI .....	2
Orientador: Prof. Dr. Renato Barroso .....	2
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. TREINAMENTO DE FORÇA.....</b>	<b>11</b>
2.1. Adaptações fisiológicas ao treinamento de força .....	12
<b>3. OBESIDADE.....</b>	<b>14</b>
3.1. Genética.....	17
3.2. Hábitos alimentares.....	17
3.3. Exercício Físico.....	18
3.4. Taxa Metabólica de Repouso (TMR) .....	19
<b>4. TREINAMENTO DE FORÇA E TAXA METABÓLICA DE REPOUSO .....</b>	<b>20</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>23</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Treinamento de Força (TF) tem se tornado cada vez mais popular nos últimos anos e sua prática tem se associado a diversos objetivos, como a melhora do condicionamento físico e da qualidade de vida (ALLSEN et al., 2001; FLECK & KRAEMER, 2017). No que diz respeito aos benefícios para a saúde, o TF além de proporcionar uma melhor funcionalidade músculo esquelética por meio do ganho de força e resistência, também pode proporcionar melhoras na sensibilidade a insulina, resposta inflamatória, composição corporal, aumento de massa muscular, diminuição do percentual de gordura e melhora a eficiência metabólica (BEHM et al., 2008; FOSCHINI et al., 2010; LLOYD et al., 2014; FIGUEIREDO et al., 2017; OSIŃSKI & KANTANISTA, 2017).

A sociedade moderna está relacionada a uma série de problemas que foram se desenvolvendo a partir da vida urbana. Dentre eles, a obesidade surge como uma das maiores preocupações na saúde pública do século 21, estando associada a algumas comorbidades como doenças cardiovasculares, diabetes e hipertensão, que estão entre as patologias que mais causam mortes no mundo (WASHBURN et al., 2012; GÜNGÖR, 2014; World Health Organization, 2016). Na adolescência, a obesidade tem se tornado um problema médico cada vez mais aparente na sociedade urbana durante as últimas décadas. Em 2018, o Ministério da Saúde concluiu que, no Brasil, há uma prevalência de 47% em sobrepeso e 14% em obesidade de jovens acima de 12 anos (LAUTNER et al., 2012; RODRIGUES et al., 2018).

A partir desse crescente desenvolvimento dos quadros de sobrepeso e obesidade na sociedade, atrelado a dificuldade no tratamento dessas condições, sugere-se que novas estratégias de prevenção e de redução sejam elaboradas. O sedentarismo é reconhecido por estar diretamente relacionado a obesidade, pois está associado a um balanço energético positivo, em que há um baixo gasto energético diário, fator determinante para o ganho de massa. Nesse sentido, o TF é apresentado como uma possível alternativa para prevenir e reduzir a obesidade, principalmente através de um aumento no gasto energético e melhoras na eficiência metabólica, mais especificamente, na Taxa Metabólica de Repouso (TMR). Considerando que a TMR é responsável por entre 60% a 75% do gasto energético diário, percebe-se que pequenas mudanças em seus

valores podem gerar adaptações, em curto e longo prazo, benéficas para o controle do peso (KIRK et al., 2009).

O TF pode ser vantajoso tanto para um aumento da TMR quanto para uma redução do peso. Isso porque, tem mostrado favorecer um ganho de Massa Livre de Gordura (MLG), através de um aumento da massa muscular (SUH et al., 2011; ALBERGA et al., 2016). A musculatura esquelética e os órgãos são considerados tecidos metabolicamente ativos, portanto consomem e gastam energia para se manterem (WEINSIER et al., 1992). Nesse sentido, a MLG tem sido a variável que mais se correlaciona com a TMR, pois um ganho de massa muscular pode gerar um aumento do gasto energético diário e, conseqüentemente, impactar positivamente para o controle do peso corporal (BYRNE & WILMORE, 2001; ARISTIZABAL et al., 2015). Logo, o foco do presente estudo é realizar uma revisão de literatura sobre o tema proposto, objetivando demonstrar como o Treinamento de Força pode ser vantajoso para o controle da obesidade, através de um aumento da Taxa Metabólica de Repouso.

## **2. TREINAMENTO DE FORÇA**

Há tempos os seres humanos utilizam de suas capacidades motoras para realizar atividades diárias ou praticar esportes. Atualmente, o exercício físico não está mais ligado a caça ou a busca por alimento, mas com a melhora do desempenho esportivo, da estética e da saúde. Considerando que o exercício físico possui grande influência na qualidade de vida, é de extrema importância que haja um desenvolvimento saudável e funcional da musculatura esquelética.

Desde o início dos Jogos Olímpicos na era antiga, os atletas já buscavam formas de otimizar suas capacidades físicas e, com isso, surgiram métodos visando uma melhora da força muscular. O Treinamento de Força (TF) compreende atividades que exigem o uso de força muscular para tentar promover movimento contra uma resistência, seja ela pesos, máquinas de academia ou o próprio peso corporal, com a finalidade de aumentar a força e resistência muscular (FLECK & KRAEMER, 2017). Independente do tipo de resistência utilizada, existem diversas variáveis que podem ser manipuladas afim

de atingir os objetivos propostos. Dentre essas variáveis, destacam-se: intensidade; volume; pausa e tipos de ação muscular.

A intensidade de treino, geralmente, baseia-se nas cargas de uma Repetição Máxima (1 RM), ou seja, a intensidade de um determinado exercício pode ser estabelecida pela porcentagem de 1 RM (FLECK & KRAEMER, 2017). O volume de treino, por sua vez, é uma maneira de quantificar o treino, podendo ser calculado pelo número de repetições, séries, exercícios, sessões ou tempo de execução (BOMPA, 2002; FIGUEIREDO et al., 2017). A pausa consiste no período de recuperação entre séries, exercícios e sessões de treino. Geralmente, esses períodos são definidos de acordo com os objetivos do treino, ou seja, treinos que buscam força máxima, por exemplo, utilizam pausas maiores devido a um estímulo mais intenso, enquanto treinos de resistência muscular as pausas diminuem para que haja um maior volume de treino (FLECK & KRAEMER, 2017). Já os tipos de ação muscular se dividem em três: ação concêntrica, ação excêntrica e ação isométrica. A ação concêntrica consiste na fase onde há o encurtamento da musculatura trabalhada; a ação excêntrica, é aquela que realiza o movimento contrário, ou seja, de alongamento da musculatura e a ação isométrica é representada quando a força exercida e a carga se igualam, gerando uma força estática, ou seja, ausência de movimento (FLECK & KRAEMER, 2017).

## 2.1. Adaptações fisiológicas ao treinamento de força

Partindo de um conhecimento prévio sobre o Treinamento de Força, o foco desta revisão estará nas adaptações fisiológicas que o TF pode causar no indivíduo. Primeiramente, é preciso entender quais são as possíveis modificações que a musculatura pode sofrer quando submetida a esse tipo de estímulo. Ao iniciar os treinamentos com peso, uma das primeiras adaptações que ocorrem são as adaptações neurais, estas que envolvem mudanças intra e intermusculares (PINTO et al., 2011). A força dos músculos é proveniente de uma interação, promovida pelas unidades motoras, entre o sistema nervoso central e a musculatura esquelética. Estas unidades motoras, consistem em neurônios motores que ligam as fibras musculares à coluna espinhal e podem variar de quantidade por músculo, sendo mais abundantes em musculaturas maiores e menos em musculaturas menores (KOMI, 2006).

Uma vez conhecida as unidades motoras, torna-se possível compreender as adaptações intramusculares que o Treinamento de Força pode causar. É de comum entendimento que a musculatura de um indivíduo está num constante processo de estímulo de contração e relaxamento. Sendo assim, quando o músculo recebe um estímulo, ele ativa uma certa quantidade de unidades motoras que o faz contrair e relaxar, contudo, se esse estímulo permanece, estas unidades motoras aumentam sua frequência de estímulo e, conseqüentemente, produzem mais força, até chegar em um limite conhecido como tetânia, onde essa frequência chega no seu limite e não há continuidade no aumento de força (PINTO et al., 2011).

Para que estas unidades motoras sejam ativadas, existe um estímulo mínimo a ser dado, ou seja, um limiar de ativação. Unidades motoras menores possuem limiares mais baixos que as maiores, fazendo com que durante a produção de força, as menores sejam ativadas primeiro, e o número de unidades recrutadas aumente junto com o aumento da força produzida. Indivíduos não treinados não conseguem ativar as unidades motoras maiores, mas o TF e a sobrecarga auxiliam para uma maior ativação/recrutamento de unidades motoras e, conseqüentemente, produção de força (PINTO et al., 2011).

Quando um indivíduo realiza algum movimento, sempre há uma musculatura agonista e antagonista envolvida. A agonista é responsável pela execução do movimento desejado e a antagonista pelo movimento contrário. Uma vez melhorada a coordenação intermuscular, ou seja, “entre os músculos”, espera-se uma menor co-ativação da musculatura antagonista no momento da execução dos exercícios, fazendo com que os agonistas consigam produzir mais força (PINTO et al., 2011).

Além das adaptações neurais que o exercício físico pode causar, existem, também, as adaptações morfológicas, especialmente o aumento do tamanho da fibra muscular. O músculo ao ser submetido a estímulos de sobrecarga durante um certo período de tempo se adapta e aumenta de tamanho, este fenômeno é conhecido como hipertrofia (KOMI, 2006; PINTO et al., 2011). Esse aumento da musculatura se da, mais especificamente, na área de secção transversa da fibra muscular e a magnitude desse aumento pode variar entre os indivíduos (KOMI, 2006). Sabe-se que as variáveis encontradas no treinamento de força como, pausa, volume e intensidade possuem uma

relação com a resposta hipertrófica, porém ainda não é muito claro qual delas possui maior influência (FIGUEIREDO et al., 2017).

### 3. OBESIDADE

A obesidade é caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal. Em linhas gerais, o ganho ou a perda de massa acontece quando há um balanço energético diário (diferença entre o consumo calórico total e gasto calórico total) positivo ou negativo, respectivamente. O seu diagnóstico pode ser feito de diversas formas, contudo, o mais utilizado é o Índice de Massa Corporal (IMC), que pode ser calculado dividindo a massa corporal do indivíduo pela sua estatura ao quadrado. É um método bastante utilizado por sua facilidade, mas pode ser impreciso uma vez que não se consegue distinguir à que tipo de massa corporal (massa magra ou gorda) se refere. O Ministério da Saúde possui algumas divisões pautadas nos dados da Organização Mundial de Saúde para distinguir, a partir do IMC, se o indivíduo está obeso ou não (GÜNGÖR, 2014). Para adultos, entre 20 a 59 anos, o IMC recomendado está descrito na Tabela 1 e para adolescentes entre 10 a 19 anos nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 1: Índice de Massa Corporal para adultos

Baixo peso	Peso adequado	Sobrepeso	Obesidade
< 18,5	≥ 18,5 e < 25	≥ 25 e < 30	≥ 30

Fonte: Ministério da Saúde 2017

Tabela 2: Índice de Massa Corporal (IMC) por idade - sexo masculino.

Idade	IMC		
	Baixo peso	Adequado	Sobrepeso
10	até 14,41	14,42 a 19,5	a partir de 19,6
11	até 14,82	14,83 a 20,34	a partir de 20,35
12	até 15,23	15,24 a 21,11	a partir 21,12
13	até 15,72	15,73 a 21,92	a partir de 21,93
14	até 16,17	16,18 a 22,76	a partir de 22,77
15	até 16,58	16,59 a 23,62	a partir de 23,63
16	até 17	17,01 a 24,44	a partir de 24,45
17	até 17,3	17,31 a 25,27	a partir de 25,28
18	até 17,53	17,54 a 25,94	a partir de 25,95
19	até 17,79	17,8 a 26,35	a partir de 26,36

Fonte: Ministérios da Saúde 2017

Tabela 3: Índice de Massa Corporal por idade - sexo feminino.

Idade	IMC		
	Baixo peso	Adequado	Sobrepeso
10	até 14,22	14,23 a 20,18	a partir de 20,19
11	até 14,59	14,6 a 21,17	a partir de 21,18
12	até 19,97	14,98 a 22,16	a partir 22,17
13	até 15,35	15,36 a 23,07	a partir de 23,08
14	até 15,66	15,67 a 23,87	a partir de 23,88
15	até 16	16,01 a 24,28	a partir de 24,29
16	até 16,36	16,37 a 24,73	a partir de 24,74
17	até 16,58	16,59 a 25,22	a partir de 25,23
18	até 16,7	16,71 a 25,55	a partir de 25,56
19	até 16,86	16,87 a 25,84	a partir de 25,85

Fonte: Ministério da Saúde 2017

Há uma tendência de cada vez mais as pessoas se adaptarem a vida compacta urbana. Nos anos 1950, 66% da população brasileira se encontrava na zona rural, enquanto atualmente 80% da população vive nas cidades. Isso tem resultado em mudanças significativas no estilo de vida das pessoas, sendo um possível fator para o aumento do sedentarismo, hábitos alimentares equivocados e, conseqüentemente, aumento da obesidade (GUEDES & GUEDES, 1997; SOUZA, 2017).

A partir disso, a obesidade se tornou um dos principais problemas de saúde pública no mundo moderno. O Brasil, assim como diversos países do mundo que sofreram um rápido desenvolvimento, sofre com um aumento expressivo dos índices de sobrepeso e obesidade no decorrer dos anos. Segundo a Política Nacional de Alimentação e Nutrição (Ministério da Saúde, 2013), há uma prevalência de 40% da população em sobrepeso e 11% em obesidade (SOUZA, 2017). Na tentativa de retratar o cenário mundial de obesidade a Global Burden of Disease (GBD 2015 Obesity Collaborators, 2017) pesquisou dados sobre a população obesa de 195 países do ano de 1990 até 2015. A partir deste levantamento destacou-se que no ano de 2015 já existiam, aproximadamente, 110 milhões de crianças obesas e 605 milhões de adultos obesos, sendo que a prevalência da obesidade em mais de 70 países dobrou durante os anos 1990 até 2015. Estes fatos reforçam ainda mais que essa condição está cada vez mais presente no cenário atual e necessita-se da busca de formas para controlar e diminuir tais valores.

A obesidade proporciona um quadro inflamatório generalizado no organismo, o que favorece o desenvolvimento de diversas doenças crônicas, tanto na adolescência quanto na fase adulta (GÜNGÖR, 2014). Doenças relacionadas a diabetes; aos ossos e articulações e aos sistemas cardiovascular e pulmonar são alguns exemplos de patologias que estão entre as que mais causam morte no mundo, segundo dados da World's Health Organization (WHO) de 2016. Dentre elas, doenças cardiovasculares como hipertensão, dislipidemia e doenças coronarianas são o conjunto que mais causam mortes em adultos atualmente.

Para poder prevenir e controlar a obesidade e todas as doenças associadas, é necessário compreender a sua causa. A obesidade possui origem multifatorial, podendo ser causada por fatores intrínsecos e extrínsecos. Esses fatores incluem: a genética, os hábitos alimentares, o exercício físico e a taxa metabólica de repouso (TMR). Assim, a

obesidade se torna o resultado da interação do indivíduo com o meio externo e sua predisposição genética para esta condição (GÜNGÖR, 2014).

### 3.1. Genética

A genética se apresenta como um fator intrínseco influenciador no ganho de peso, pois cada indivíduo possui um genótipo diferente, logo, respondem de formas distintas quando se relacionam com o meio externo (BOUCHARD, 1987). No estudo de POEHLMAN et al. (1986), foram recrutados 6 pares de gêmeos monozigóticos/univitelinos, para um experimento de 22 dias, em que haveria um acréscimo na ingesta calórica de 1000 Kcal/dia. O estudo buscou avaliar se haveriam influências genéticas quando analisadas as diferenças na composição corporal e no ganho de gordura. Os resultados mostraram uma similaridade de mudança entre os gêmeos univitelinos, ou seja, com genes idênticos. Em contrapartida, foram encontradas diferenças entre os diferentes pares, demonstrando que estímulos em genes iguais levam a respostas semelhantes e em genes diferentes levam a respostas diferentes, sendo assim, o genótipo é um fator relevante quanto as mudanças na composição corporal.

### 3.2. Hábitos alimentares

Com o crescente desenvolvimento urbano da sociedade, surgiram maiores demandas para a indústria alimentícia, que passou a oferecer uma maior diversidade de alimentos, porém com uma pior qualidade e valores nutricionais baixos. Isso influenciou nos hábitos alimentares dos indivíduos, acarretando em dois problemas: uma alimentação excessiva e um desequilíbrio na ingesta de macronutrientes (proteína, carboidratos e gordura). Assim, para que as pessoas possuam hábitos alimentares mais equilibrados, alguns pontos devem ser levados em consideração, como: a quantidade e a qualidade dos alimentos ingeridos; a frequências na qual estão sendo consumidos e os motivos dos quais influenciam o consumo (HILL et al., 1995).

O acompanhamento nutricional deve ser realizado junto a um profissional de Nutrição, no entanto, existem algumas recomendações gerais para a população no que diz

respeito a ingestão alimentar. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) em conjunto com a Organização para Alimentação e Agricultura da Nações Unidas (FAO), (2003), as recomendações para os macronutrientes, proteínas; carboidratos e lipídios são, respectivamente, 10-15%; 55-75% e 15-30%, representando as porcentagens calóricas totais para um dia.

Para adultos, as recomendações de consumo energético diário podem variar, dependendo do estilo de vida, tamanho e genética da pessoa. Portanto, além de um acompanhamento com um profissional de Nutrição, algumas variáveis precisam ser identificadas para o cálculo do consumo energético diário, dentre elas: a TMR e o gasto energético com atividades diárias. A partir desses dados torna-se possível identificar a quantidade mínima de energia necessária para um dia.

### 3.3. Exercício Físico

A urbanização e a modernização da vida cotidiana influenciaram para um estilo de vida mais sedentário das pessoas. Percebe-se que o desenvolvimento tecnológico induziu diminuição do nível de atividade física, pois o trabalho passa a exigir menos esforço físico, se locomover de um lugar para o outro passa a ser por algum tipo de transporte e o lazer passa a ser na frente de televisões e videogames (MENDONÇA & ANJOS, 2004; SOUZA, 2017). Devido a esses fatos, a obesidade, geralmente, está relacionada a um baixo gasto energético diário, além de consumo alimentar acima do necessário (DONNELLY et al., 2009). Logo, o sedentarismo juntamente com hábitos alimentares não saudáveis são fatores extrínsecos determinantes para obesidade. Visto isso, entende-se que a atividade física em geral pode servir como ferramenta de controle desse cenário. Portanto, compreender como o exercício físico contribui com isso, se torna de extrema importância para a sociedade. Assim, como para os hábitos alimentares, existem recomendações gerais para a atividade física, representando valores mínimos para a manutenção da qualidade de vida.

O American College of Sports Medicine (ACSM) elabora recomendações para os diversos tipos de exercício e sabe-se que é possível obter resultados positivos independente do tipo. Para este estudo, serão levadas em consideração apenas as

recomendações para o TF. Segundo a ACSM, para adultos saudáveis, deverão ser realizados de 8 a 10 exercícios para os grandes grupos musculares com, no mínimo, 1 série de 8-12 repetições, 2 a 3 vezes por semana (ACSM, 1995). Sabe-se que a atividade física pode melhorar, a eficiência metabólica, diminuir a quantidade de gordura e manter ou ganhar mais massa magra, portanto, é necessário um bom acompanhamento para que essas alterações sejam benéficas (OSIŃSKI & KANTANISTA, 2017).

### 3.4. Taxa Metabólica de Repouso (TMR)

A TMR corresponde a aproximadamente 60% à 75% do gasto energético diário e representa o mínimo de energia que o corpo consome para manter suas funções fisiológicas em repouso (KEMMLER et al., 2002; ANTUNES et al., 2005; BONGANHA et al., 2009). RODRIGUEZ et al. (2002) analisaram as determinantes que influenciam na TMR, estimando suas devidas participações. A partir desse referencial, observa-se que a Massa Livre de Gordura (MLG), constituída de 50% musculatura esquelética e principais órgãos e 50% massa óssea e fluidos extracelulares, é responsável por aproximadamente 73% da TMR (HOLLIDAY, 1971; WEINSIER et al., 1992; RODRIGUEZ, G. et al., 2002). Vale ressaltar que a massa de gordura não apresenta uma influência metabólica muito elevada, participando de 1% a 2% da TMR (WEINSIER et al., 1992).

É importante notar que há uma correlação entre o balanço energético diário, a MLG e a TMR. Geralmente, uma dieta, desacompanhada de qualquer tipo de treino, onde o balanço energético diário é negativo, promove uma perda de gordura e da MLG que, conseqüentemente, leva a uma queda da TMR, pois haverá uma diminuição de tecido metabolicamente ativo (WEINSIER et al., 1992). Portanto, manter um balanço energético negativo mantendo ou aumentando a TMR pode ser vantajoso no tocante a regulação da massa corporal, principalmente na população obesa (ALBERGA et al., 2016). Sendo assim, o contrário também se aplica, uma baixa TMR é resultante de um corpo com baixa atividade metabólica, tornando favorável para um balanço energético positivo e, conseqüentemente, ganho de massa (SCHWARTZ & DOUCET, 2010).

#### **4. TREINAMENTO DE FORÇA E TAXA METABÓLICA DE REPOUSO**

O Treinamento de Força (TF) já é conhecido por proporcionar ganhos de massa magra, de força e promover uma melhora na qualidade de vida. No entanto, o quanto ele pode influenciar no controle dos índices de obesidade, mais especificamente, na perda de gordura e peso ainda não é muito conclusivo. Como visto anteriormente, a TMR é um fator determinante para o controle da massa corporal, onde uma alta TMR pode ser vantajoso para indivíduos que se encontram em quadros de sobrepeso e obesidade.

Segundo o estudo de ARCIERO et al. (1993), pode existir uma relação entre a TMR e a quantidade de massa magra do indivíduo. Ele sugere que uma maior quantidade de massa magra ativa pode consumir mais energia e, conseqüentemente, gerar um aumento da TMR. Já em um outro estudo feito por BYRNE & WILMORE (2001), foi avaliada a TMR após vinte semanas de TF em mulheres entre 18 a 45 anos com sobrepeso. O grupo que realizou o protocolo apenas com TF conseguiu ganhos de força, de massa magra e um aumento na TMR. Apesar do aumento ter sido significativo no grupo, algumas voluntárias mantiveram a TMR mesmo com o aumento da massa magra, corroborando em partes com o estudo anterior.

Na busca de relacionar o ganho de massa magra com um aumento da TMR, o estudo de ARISTIZABAL et al. (2015), partindo da premissa de que uma suplementação proteica aumente os ganhos de massa magra, realizou um experimento com homens e mulheres adultos em uma rotina de treinos de força. A pesquisa revelou um ligeiro aumento na MLG e na TMR. Contudo, a quantidade de gordura corporal permaneceu a mesma, ou seja, apesar do TF gerar esse tipo de aumento, os resultados na quantidade de gordura não foram significativos. Corroborando com isso, DOLEZAL & POTTEIGER (1998) realizaram um estudo com grupos de TF, treinamento aeróbio e treinamento concorrente, onde foram analisadas a composição corporal e a TMR. Neste estudo, os autores foram capazes de observar um aumento da TMR e da MLG, podendo relacionar com o fato de que um ganho na MLG, por se tratar de tecido metabolicamente

ativo, pode gerar um maior gasto energético para o organismo e, conseqüentemente, um aumento da TMR.

Com o intuito de observar as alterações geradas pelo TF em jovens adultos com sobrepeso, KIRK et al. (2009) realizaram seis meses de TF com baixo volume, alta intensidade e dieta controlada, afim de observar respostas fisiológicas na TMR, no gasto energético diário e na taxa metabólica durante o sono. O estudo durou seis meses e ao final dele foram feitas as coletas dos dados 72 horas após a última sessão de treino, através de 24 horas de calorimetria com dieta controlada. Os resultados mostraram que o TF pode causar mudanças crônicas tanto na composição corporal quanto no gasto energético e, assim como nos estudos anteriores, o aumento da TMR foi acompanhado de um aumento da MLG.

No estudo de ALBERGA et al. (2016), foi realizado um experimento de seis meses de TF com uma leve restrição alimentar, afim de observar as alterações causadas na TMR. Com o intuito de verificar os efeitos crônicos do TF, a coleta final da TMR foi feita depois de dois dias sem exercícios. Apesar disso, o estudo observou que não houve alteração significativa na TMR e nem no peso, entretanto, houveram ganhos significativos na MLG tanto para os meninos quanto para as meninas, mostrando que o TF, apesar de não ter mostrado resultados diretos na TMR, pode ser positivo para um aumento da massa magra e diminuição da gordura.

Na tentativa de esclarecer melhor a relação entre perda de peso e TMR, SCHWARTZ & DOUCET (2010), em sua revisão, mostraram que em experimentos onde a redução de peso estava associada apenas a uma dieta, a diminuição da TMR foi mais acentuada, comparado aos experimentos onde foram realizados apenas TF e TF com dieta. Logo, percebe-se que o TF foi vantajoso no sentido de amenizar a queda da TMR quando há uma perda de peso mais acentuada. O mesmo pode ser observado no estudo de BROEDER et al. (1992) que comparou exercício aeróbio com TF de alta intensidade, nesse estudo o grupo de TF obteve um aumento de 3% da TMR e da MLG, enquanto o de treino aeróbio teve um ganho de apenas 1,6% na TMR e 0,5% de MLG. Ambos os grupos possuíram um balanço energético negativo durante o processo. Entretanto, foi possível notar que o TF através de um estímulo maior na MLG foi capaz de manter ou até aumentar a TMR.

Assim, como foi apontado por ALBERGA et al. (2016), os resultados podem ser diversos dependendo de como as variáveis são controladas. Na pesquisa de LAZZER et al. (2004), por exemplo, houve um acompanhamento nutricional mais rígido, com uma restrição calórica de aproximadamente 20% do valor diário. Além disso, foram realizados treinos aeróbios e de força. Os resultados mostraram uma redução do percentual de gordura, do peso e da TMR. A partir desses dados, um possível motivo para a queda da TMR deve-se ao fato dos estímulos dos treinos não terem sido proporcionais a dieta recomendada.

Como pode ser observado, o TF gera adaptações em diferentes componentes que podem ser positivos para a melhora em um quadro de obesidade. No estudo de OSTERBERG & MELBY (2000), foi possível notar uma resposta aguda da TMR ao TF, quando realizado em intensidades moderada-alta e alto volume. A TMR permaneceu alta até 16 horas após o treino, juntamente com um aumento de 62% da oxidação de gordura durante o descanso. Apesar do estudo não mostrar os efeitos crônicos do TF na TMR, pode-se inferir que o TF tem efeitos metabólicos agudos favoráveis para um controle da obesidade, pois além de manter um gasto energético elevado por algumas horas através do aumento da TMR, também elevou a oxidação de gordura.

Na tentativa de esclarecer melhor a influência da intensidade dos treinos no metabolismo, o estudo de BØRSHEIM & BAHR (2003) demonstra que a intensidade do TF é determinante para um maior consumo de oxigênio pós exercício, ou seja, quanto maior a intensidade do treino, maior será a resposta metabólica do organismo e, conseqüentemente, maior o consumo energético. Além disso, o aumento do consumo energético pós exercício está relacionado a um aumento da taxa metabólica por pelo menos 24 horas (MAEHLUM et al., 1986; STIEGLER & CUNLIFFE, 2006). A pesquisa de GILLETTE et al. (1994) comparou o treino aeróbio a 50% do  $VO_{2max}$  e o TF com alto volume e intensidades próximas a 70% de 1RM e pode observar resultados mais agudos com o TF, onde a TMR se manteve elevada por 14 horas pós exercício.

Já é esperado um aumento do metabolismo durante as sessões de treino, uma vez há uma ativação fisiológica para atender as demandas musculares e metabólicas. Porém, independente da resposta na TMR aos treinos ser aguda ou crônica, ambas podem ser positivas para um indivíduo em sobrepeso ou obesidade. Para OSÍNSKI &

KANTANISTA (2017), após uma atividade intensa, o organismo necessita gastar energia para repor as reservas energéticas, reparar os músculos e eliminar os resíduos metabólicos, fazendo com que influencie diretamente na TMR. A partir disso, conclui-se que a intensidade e o volume dos treinamentos possuem uma relação mais direta com a resposta aguda na TMR. E os resultados crônicos, por exigirem mais tempo para se evidenciarem, estão relacionados às adaptações fisiológicas que o organismo sofre decorrentes do TF.

## 5. CONCLUSÃO

O presente estudo apresentou dados indicando que o TF pode gerar adaptações em componentes fisiológicos que são favoráveis para indivíduos em quadros de obesidade. Mais especificamente, mostrou relações diretas e indiretas com a TMR, onde foi possível observar um aumento da mesma através dos treinos, principalmente, por meio de um aumento da Massa Livre de Gordura. Por fim, em uma sociedade onde os números de indivíduos jovens e adultos, com sobrepeso ou obesidade, estão cada vez maiores, conclui-se o TF pode ser uma alternativa de exercício físico vantajosa para o controle da obesidade que, quando aliado a uma dieta equilibrada, pode recuperar os valores normais de percentual de gordura, aumentar a TMR e melhorar a funcionalidade, gerando, assim, uma melhor qualidade de vida.

## 6. REFERÊNCIAS

ALBERGA, Angela S. et al, Does exercise training affect resting metabolic rate in adolescents with obesity?, **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 42, n. 1, p. 15–22, 2016.

ALLSEN PE, Harrison JH, Vance B. **Exercício e qualidade de vida: uma abordagem personalizada**. São Paulo: Manole, 2001.

ANTUNES, Hanna K. M. et al, Analysis of resting metabolic rate and body composition in elderly males before and after six months of endurance exercise, **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 1, p. 71–75, 2005.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **Guidelines for exercise Testing and Prescription 5ª edição** Baltimore. Williams & Wilkins, 1995.

ARCIERO, P. J.; GORAN, M. I.; POEHLMAN, E. T., Resting metabolic rate is lower in women than in men, **Journal of Applied Physiology**, v. 75, n. 6, p. 2514–2520, 1993.

ARISTIZABAL, J. C. et al, Effect of resistance training on resting metabolic rate and its estimation by a dual-energy X-ray absorptiometry metabolic map, **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 69, n. 7, p. 831–836, 2015.

BEHM, David G. et al, Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents, **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 33, n. 3, p. 547–561, 2008.

BOMPA, T.O. **Periodização: teoria e metodologia do treinamento**. São Paulo: Phorte, 2002.

BONGANHA, Valéria et al, [Resting metabolic rate and body composition in postmenopausal women], **Arquivos Brasileiros De Endocrinologia E Metabologia**, v. 53, n. 6, p. 755–759, 2009.

BØRSHEIM, Elisabet; BAHN, Roald, Effect of Exercise Intensity, Duration and Mode on Post-Exercise Oxygen Consumption, **Sports Medicine**, v. 33, n. 14, p. 1037–1060, 2003.

BOUCHARD, C., Genetics of body fat, energy expenditure and adipose tissue metabolism, **Recent advances in obesity research**, 1987.

BROEDER, C. E. et al, The effects of either high-intensity resistance or endurance training on resting metabolic rate, **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 55, n. 4, p. 802F–810, 1992.

BYRNE, Heidi K.; WILMORE, Jack H., The Effects of a 20-Week Exercise Training Program on Resting Metabolic Rate in Previously Sedentary, Moderately Obese Women, **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 11, n. 1, p. 15–31, 2001.

DOLEZAL, Brett A.; POTTEIGER, Jeffrey A., Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals, **Journal of Applied Physiology**, v. 85, n. 2, p. 695–700, 1998.

DONNELLY, Joseph E. et al, American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults, **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 2, p. 459–471, 2009.

FIGUEIREDO V.C., de SALLES B.F., TRAJANO G.S., Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: the most effective variable in resistance training, **Sports Medicine**, v. 48, n. 3, p. 499–505, 2017

FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J., **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular - 4ed**, [s.l.]: Artmed Editora, 2017.

FOSCHINI, Denis et al, Treatment of Obese Adolescents: The Influence of Periodization Models and ACE Genotype, **Obesity**, v. 18, n. 4, p. 766–772, 2010.

- GILLETTE, Cynthia A.; BULLOUGH, Richard C.; MELBY, Christopher L., Postexercise Energy Expenditure in Response to Acute Aerobic or Resistive Exercise, **International Journal of Sport Nutrition**, v. 4, n. 4, p. 347–360, 1994.
- GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R., **Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes**, São Paulo: CLR Baileiro, 1997.
- HILL, A. J.; ROGERS, P. J.; BLUNDELL, J. E., Techniques for the experimental measurement of human eating behaviour and food intake: a practical guide., **International journal of obesity and related metabolic disorders : journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 19, n. 6, p. 361–375, 1995.
- HOLLIDAY, M. A., Metabolic rate and organ size during growth from infancy to maturity and during late gestation and early infancy, **Pediatrics**, v. 47, n. 1, p. Suppl 2:169+, 1971.
- INOUE, Daniela Sayuri et al, Linear and undulating periodized strength plus aerobic training promote similar benefits and lead to improvement of insulin resistance on obese adolescents, **Journal of Diabetes and its Complications**, v. 29, n. 2, p. 258–264, 2015.
- KEMMLER, Wolfgang et al, Effects of Whole-Body Electromyostimulation on Resting Metabolic Rate, Body Composition, and Maximum Strength in Postmenopausal Women: the Training and ElectroStimulation Trial, **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 7, p. 1880, 2010.
- KIRK, Erik P. et al, Minimal resistance training improves daily energy expenditure and fat oxidation, **Medicine and science in sports and exercise**, v. 41, n. 5, p. 1122–1129, 2009.
- KOMI, P. V. **Força e potência no esporte. 2a ed.** Artmed: Porto Alegre, 2006.
- KOYUNCUOĞLU GÜNGÖR, Neslihan, Overweight and Obesity in Children and Adolescents, **Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology**, v. 6, n. 3, p. 129–143, 2014.
- LAUTNER, R. Q., et al, Índice de prevalência de obesidade e hipertensão em crianças e pré-adolescentes no ensino público de Formiga, MG, **Enfermagem Revista** 15.3: 297-307, 2012.
- LAZZER, Stefano et al, A Weight Reduction Program Preserves Fat-Free Mass but Not Metabolic Rate in Obese Adolescents, **Obesity Research**, v. 12, n. 2, p. 233–240, 2004.
- LLOYD, Rhodri S et al, Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus, **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 7, p. 498–505, 2014.
- MAEHLUM, Sverre et al, Magnitude and duration of excess postexercise oxygen consumption in healthy young subjects, **Metabolism - Clinical and Experimental**, v. 35, n. 5, p. 425–429, 1986.
- MENDONÇA, Cristina Pinheiro; ANJOS, Luiz Antonio dos, Aspectos das práticas alimentares e da atividade física como determinantes do crescimento do sobrepeso/obesidade no Brasil, **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, p. 698–709, 2004.

MILLER, Todd et al, Resistance Training Combined With Diet Decreases Body Fat While Preserving Lean Mass Independent of Resting Metabolic Rate: A Randomized Trial, **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 28, n. 1, p. 46–54, 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE 2013. Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN), p. 18. Disponível em: <<http://dab.saude.gov.br/portaldab/pnan.php>>. Acesso em: 10/Nov/2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE 2017. IMC em adultos. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/component/content/article/804-imc/40509-imc-em-adulto>. Acesso em: 10/Nov/2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE 2017. IMC em crianças e adolescentes. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/component/content/article/804-imc/40510-imc-em-criancas-e-adolescentes>. Acesso em: 10/Nov/2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS, 2003). FAO/WHO iniciam um relatório pericial sobre dieta alimentar, nutrição e prevenção de doenças crônicas: A estreita cooperação entre os sectores da saúde e da agricultura necessita de encarar o crescente fardo de doenças crônicas a nível mundial. Disponível em: [http://www.who.int/nutrition/publications/pressrelease32\\_pt.pdf?ua=1](http://www.who.int/nutrition/publications/pressrelease32_pt.pdf?ua=1). Acesso em: 10/Nov/2018.

OSIŃSKI, W.; KANTANISTA, A., Physical activity in the therapy of overweight and obesity in children and adolescents. Needs and recommendations for intervention programs, **Developmental period medicine**, v. 21, n. 3, p. 224–234, 2017.

OSTERBERG, Kristin L.; MELBY, Christopher L., Effect of Acute Resistance Exercise on Postexercise Oxygen Consumption and Resting Metabolic Rate in Young Women, **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 10, n. 1, p. 71–81, 2000.

PINTO, A.L.G.B. et al, **Exercício físico nas doenças reumáticas – efeitos terapêuticos**, Sarvier, 2011.

POEHLMAN, E. T. et al, Genotype-controlled changes in body composition and fat morphology following overfeeding in twins, **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 43, n. 5, p. 723–731, 1986.

RODRIGUES, João Ozório et al, Obesidade como fator de risco para hipertensão em crianças e adolescentes., **Revista da Escola de Ciências Médicas de Volta Redonda**, v. 1, n. 1, p. 41–44, 2018.

RODRÍGUEZ, G. et al, Determinants of resting energy expenditure in obese and non-obese children and adolescents, **Journal of Physiology and Biochemistry**, v. 58, n. 1, p. 9–15, 2002.

SCHWARTZ, A.; DOUCET, É, Relative changes in resting energy expenditure during weight loss: a systematic review, **Obesity Reviews**, v. 11, n. 7, p. 531–547, 2010.

SOUZA, Elton Bicalho de, Transição nutricional no Brasil: análise dos principais fatores, **Cadernos UniFOA**, v. 5, n. 13, p. 49–53, 2017.

STIEGLER, Petra; CUNLIFFE, Adam, The Role of Diet and Exercise for the Maintenance of Fat-Free Mass and Resting Metabolic Rate During Weight Loss, **Sports Medicine**, v. 36, n. 3, p. 239–262, 2006.

SUH, Sunghwan et al, Effects of Resistance Training and Aerobic Exercise on Insulin Sensitivity in Overweight Korean Adolescents: A Controlled Randomized Trial, **Diabetes & Metabolism Journal**, v. 35, n. 4, p. 418–426, 2011.

The Global Burden of Disease (GBD) 2015 Obesity Collaborators, Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years, **New England Journal of Medicine**, v. 377, n. 1, p. 13–27, 2017.

WASHBURN, Richard A. et al, Resistance training volume, energy balance and weight management: Rationale and design of a 9month trial, **Contemporary Clinical Trials**, v. 33, n. 4, p. 749–758, 2012.

WEINSIER, R. L.; SCHUTZ, Y.; BRACCO, D., Reexamination of the relationship of resting metabolic rate to fat-free mass and to the metabolically active components of fat-free mass in humans, **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 55, n. 4, p. 790–794, 1992.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO, 2016). The top 10 causes of death. Disponível em: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>. Acesso em: 10/Nov/2018.