

# Programa de Reeducação Alimentar Associado a Infravermelho Longo e Treinamento Funcional Para obeso: Relato de caso



Jaqueline Ferreira Pawlovicz<sup>1</sup>, Élio Stein Junior<sup>2</sup>, José Lourenço Kutzke<sup>1</sup>, Marcelo Bichels Leitão<sup>2</sup>, Camilla Kapp Fritz<sup>3</sup>, Mohamad Kamal Sleina<sup>4</sup>, Ana Clara Simões Flórdio Almeida<sup>1,5</sup>, Roberto Hirochi Heraí<sup>5</sup>, Giovana Tuletzki Felizari<sup>1</sup>, Eduardo del Bosco Brunetti Cunha<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitário UNIFACEAR, <sup>2</sup> Instituto de Joelho e Ombro (IJO), <sup>3</sup> Nutrivédica, <sup>4</sup> Clínica de Arritmia Cardíaca e Síncope, <sup>5</sup> Laboratório Experimental Multiusuário, Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Escola de Medicina, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba-Pr-Brasil.

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos de um programa de reeducação alimentar associado à utilização de infravermelho longo e treinamento funcional para indivíduo obeso. Metodologia: Pesquisa experimental do tipo relato de caso, sendo um indivíduo do sexo masculino, 22 anos, com obesidade grau I, análise pré e pós-intervenção de medidas antropométricas utilizando bioimpedância tetra polar (peso, IMC, gordura corporal, massa magra), perimetria das circunferências (abdominal, braços, coxas e peitoral), exame termográfico das áreas com maior concentração adiposa (abdominal e lombar), avaliação dos padrões do movimento aplicando FMS, das condições cardiorrespiratórias ao esforço físico por meio da ergoespirometria, e de exames laboratoriais (lipidograma, índice glicêmico e cortisol) e biomarcadores pró (PCR, IL-6) e anti (IL-10) inflamatórios. Resultados: O tratamento proposto resultou em diminuição de: peso corporal (3,2Kg), IMC (1Kg/m<sup>2</sup>), gordura (2,4Kg), massa magra (1Kg), circunferência abdominal em cicatriz umbilical (3cm), supra abdominal (6cm), infra abdominal (5cm), peitoral (6cm), coxas direita (5cm) e esquerda (3cm) e braços direito (3,5cm) e esquerdo (2,5cm). Houve melhora na mobilidade de ombro e flexibilidade de membro inferior (pontuação 1 pré e 2 pós), diminuição na área abdominal (1°C), e lombar (1,3°C), melhora na aptidão cardiorrespiratória (aumento de 12,3% de VO<sub>2</sub> máximo em um tempo, potência, e velocidade maior), diminuição dos níveis de cortisol e ácido úrico e observado aumento de HDL. Conclusão: 12 semanas de intervenção proporcionou diminuição de medidas antropométricas, níveis de cortisol e ácido úrico, melhorou a mobilidade de ombro e a flexibilidade de membro inferior, condições cardiorrespiratórias e níveis de HDL em indivíduo obeso.

*Palavras chave:* Obesidade, treinamento funcional, infravermelho longo.

## ABSTRACT

The aim of the present study was to analyze the effects of a nutritional re-education program, associated with the use of far infrared rays and functional training for obese individuals. Methodology: Case report of experimental trial with a male subject, 22 years old and stage I obesity. Pre analysis and post intervention were performed through tetrapolar bioimpedance (weigh, BMI, body fat and lean body mass), circumference perimetry (waist, arms, thighs and chest) and thermography scan of areas with higher fat concentration (abdominal and low back). It was also evaluated movement patterns applying Functional Movement System, cardiorespiratory conditions under physical effort through ergospirometry, laboratory tests (lipidogram, glycemic index and cortisol) and pro (PCR and IL-6) and anti-inflammatory (IL-10) biomarkes. Results: The proposed treatment resulted in decrease of: body weight (3.2Kg), BMI (1Kg/m<sup>2</sup>), fat (2.4Kg), lean mass (1Kg), waist circumference in the umbilical scar (3cm), supra abdominal (6cm), infra

*abdominal (5cm), chest (6cm), right (5cm) and left (3cm) thighs and right (3.5cm) and left (2.5cm) arms. There was an improvement of shoulder movement and lower limbs flexibility, reduction of abdominal area (1°C) and lumbar region (1.3°C), cardiorespiratory endurance enhancement (12.3% of maximum VO<sub>2</sub> in higher time, power and speed), reduction of cortisol and uric acid levels and HDL increase. Conclusion: 12 weeks intervention period provided anthropometric measures, cortisol and uric acid levels depletion. It also improved shoulder mobility, lower limbs flexibility, cardiorespiratory conditions and HDL levels in an obese individual.*

*Key words: Obesity, functional training, far infrared rays.*

## **1. INTRODUÇÃO**

A obesidade é considerada uma doença multifatorial e resulta da interação de alguns fatores, como genes, estilo de vida, questões emocionais, ambientais e hormonais. É a principal causa para o desenvolvimento da síndrome metabólica, e de doenças como o diabetes tipo II, insuficiência renal, hipertensão, e doenças cardiovasculares (ABALLAY et al., 2013). Está associada a comorbidades como resistência à insulina, hiperlipidemias e aterosclerose, além de possuir uma grande relação com níveis de inflamação, apresentando elevadas concentrações de neutrófilos, macrófagos e linfócitos nos tecidos periféricos (AYDIN et al., 2015; DESAI et al., 2017).

No indivíduo obeso, ocorre uma desordem no sistema nervoso central que é o órgão que controla a ingestão e o gasto calórico, sendo as principais partes que sofrem alterações metabólicas o núcleo arqueado, hipotálamo ventromedial, lateral e o núcleo paraventricular, que levam a um aumento do tecido adiposo, que é considerado um órgão endócrino com ativa participação na homeostase (LOB et al., 2017). A hiperplasia do adipócito, gerada pela presença de fatores de crescimento tais como insulina-1(IGF1) e fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ), desencadeia uma série de apoptose, necrose celular e fibrose tissular, favorecendo uma resposta inflamatória e ocasiona a resistência à insulina no hipotálamo, tendo como consequência o surgimento da obesidade (PARTO; LAVIE, 2017).

O problema de sobrepeso ocorre na maioria da população no Brasil, uma vez que 52,5 % dos brasileiros estão acima do peso, 17,9% da população está obesa e 73% dos óbitos no país são ocasionados por doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) (VIGITEL, 2015). Esses dados geram um alerta à população e também despertam o interesse no desenvolvimento de tratamentos para redução da obesidade. Neste sentido, torna-se muito importante incentivar e educar a população de que hábitos de vidas saudáveis, como redução da ingestão de gorduras e açúcares, assim como a prática de atividades físicas, proporcionam qualidade de vida e reduzem os riscos para o

surgimento das DCNTs (MALTA et al., 2016). Sendo também indicadas medidas de prevenção levando em consideração o sexo o indivíduo (CUNHA et al., 2018).

Uma reeducação alimentar associada com a ingestão de alimentos como frutas e vegetais, com capacidades antioxidantes e ácidos graxos poli-insaturados, como ômega 3 e 6, melhora a inflamação periférica e favorece uma ação anti-inflamatória, além de diminuir a formação de placas ateroscleróticas (WIKTOROWSKA-OWCZAREK; BEREZIŃSKA; NOWAK, 2015). Diminuir o consumo dos carboidratos e aumentar o consumo de proteínas é eficaz para perda de peso e para redução de marcadores de risco cardiovascular (AJALA; ENGLISH; PINKNEY, 2013). Além disso, o consumo de gorduras saturadas aumenta a expressão da citocina inflamatória IL-6 (interleucina-6) (ZHAO et al., 2017) e desequilibram a capacidade de resposta dos neurônios hipotalâmico (ARAUJO et al., 2016), portanto seu consumo deve ser reduzido.

De forma complementar a uma boa alimentação, é também importante praticar exercícios físicos na forma de treinamento funcional com máxima capacidade oxidativa, pois diminuem os índices de insulina circulantes, o índice de massa corporal (IMC) e o percentual de gordura corporal, principalmente a gordura abdominal (TAN et al., 2016). A utilização do infravermelho longo aumenta o fluxo sanguíneo e o metabolismo, pois acarreta em uma vasodilatação, diminuindo desta forma o estresse oxidativo. Seu uso é também importante para prevenção de aterosclerose e favorece a expressão de óxido nítrico, um importante vasodilatador protetor contra agregação de plaquetas e doenças arteriais (SHUI et al., 2015). Molecularmente, o efeito de calor superficial gerado após sua aplicação aumenta a expressão de POMC (pró-opiomelanocortina), um neuropeptídeo anorexígeno que auxilia na redução da ingestão de alimentos e na resistência à insulina, tornando possível a diminuição do peso corporal (HU; CHOO; MA, 2011).

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi associar reeducação alimentar à utilização de infravermelho longo e treinamento funcional para redução do peso corporal. Analisar possíveis reduções em IMC, gordura corporal, circunferência abdominal, e alterações em perfil lipídico, glicêmico, níveis de marcadores inflamatórios, PCR (proteína c-reativa), IL-6, IL-10 e níveis de cortisol. Como também analisar o condicionamento anaeróbico e a funcionalidade dos movimentos corporais antes e após a intervenção.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

O relato de caso foi desenvolvido nas dependências da clínica de fisioterapia do Centro Universitário UNIFACEAR, localizada na Avenida das Araucárias, 3803 - Tomas Coelho. O estudo foi realizado no período de 13 de fevereiro a 13 de maio de 2018, totalizando 12 semanas de intervenção. Para participar do estudo 2 sujeitos foram

selecionados (1 desistiu) tendo como critérios de inclusão: 1 sujeito do sexo feminino e 1 do sexo masculino, com idade entre 20 a 25 anos, sendo seu IMC (kg/m<sup>2</sup>) de 30-34,9, ambos classificados com obesidade grau I, sem comorbidades associadas. Os critérios de exclusão foram: indivíduos que apresentassem doenças como hipertensão, diabetes, doenças renais, distúrbios na tireoide, ou que fizessem uso de medicamentos controlados, dietas, praticantes de atividades físicas, fumantes, etilistas.

Os sujeitos foram informados a respeito de todos os procedimentos que seriam realizados e de seus objetivos, e após os devidos esclarecimentos assinaram o Termo de Consentimento livre e Esclarecido (TCLE). O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da UNIFACEAR, protocolo 80313317.1.0000.5620. Os métodos de avaliação e distribuição do protocolo estão descritos na figura 1.

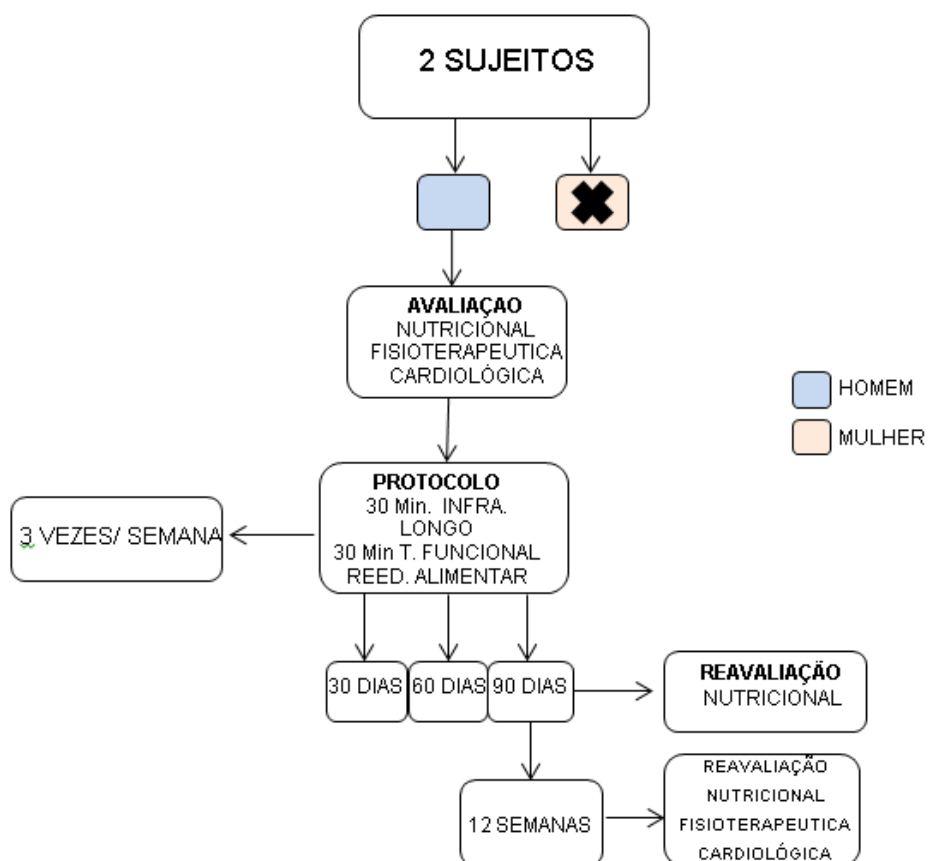


FIGURA 1: Fluxograma dos métodos de avaliação e distribuição do protocolo. Infra: infravermelho, T: treinamento, Min: minutos. Fonte: Pawlovicz et al., 2018.

## 2.1 Materiais de avaliação nutricional

Para verificação do peso medido em quilogramas (kg) utilizou-se balança antropométrica (*Omrom®HBF-514C*). O indivíduo foi avaliado descalço, usando apenas traje de banho, na posição ereta, posicionado no centro da plataforma da balança,

procurando não se movimentar. A medida da estatura foi mensurada em centímetros por meio de um estadiômetro fixo em parede (*Stadiometer Mode S100®*). O IMC, índice de massa corporal ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) foi calculado pela seguinte fórmula  $\text{Peso (kg)} / \text{Estatura (m)}^2$ . Para classificação dos indivíduos foi utilizado os pontos de corte propostos pelas ABESO (ABESO, 2016)

A estimativa da composição corporal foi feita por um aparelho de bioimpedância tetrapolar (*Maltron BF 900*). Respeitando as orientações de cuidados dispostas pelo fabricante, os indivíduos encontravam-se em jejum de duas horas, não realizaram atividade física nas 12 horas que antecederam o exame, não consumiram bebidas alcólicas nas 24 horas anteriores ao exame e esvaziaram a bexiga previamente. Em seguida, os eletrodos emissores e receptores foram colocados como descrito por Marines et al 2018 (MARTINEZ et al., 2017).

A perimetria aferindo a região peitoral, braços direito e esquerdo relaxados e em contração de bíceps, coxa direita e esquerda, conforme descrito por Panta et al (PANTA; MATHIS JÚNIOR; SILVA FILHO, 2017). A medida da circunferência abdominal foi realizada conforme proposto pelo FREEDMAN et al., (FREEDMAN et al., 2015). Medidas supra abdominal (5 cm acima da cicatriz umbilical) e infra abdominal (5 cm abaixo da cicatriz umbilical) também foram mensuradas. Após a coleta dos dados os sujeitos receberam um material informativo contendo informações nutricionais, quanto à alimentação saudável, rica em alimentos anti-inflamatórios, buscando reeducação alimentar.

## **2.2 Materiais de avaliação fisioterapêutica**

Para avaliação dos padrões de movimento, determinando possíveis deficiências ou demonstrando assimetrias e limitações, foi aplicado o protocolo FMS (*Funcional Movement Systems*) (COOK et al., 2012).

A termografia foi realizada com câmera térmica de imagens infravermelhas (*Flir®*) modelo C2 resolução IR4800 pixels, sob condições de controle de circulação de ar ( $<0,2 \text{ ms}$ ), temperatura ambiente de  $23^\circ\text{C}$ . As imagens foram obtidas de corpo total, em vista anterior e posterior, sendo avaliado a média e o  $\Delta$  (delta) das áreas abdominal e lombar.

## **2.3 Materiais da avaliação cardiológica**

O teste cardiorrespiratório foi feito por meio de uma ergoespirometria, utilizando aparelho (*Metalyzer®B metasoft*) para determinar medições diretas de concentrações de  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$  do gás expirado/inspirado, frequência cardíaca,  $\text{VO}_2$  (volume de oxigênio por

minuto) máximo, eletrocardiograma de esforço, VE (ventilação por minuto), limiar anaeróbio e teste com velocidade progressiva com interrupção por exaustão. Os exames laboratoriais foram feitos por meio da amostra sanguínea coletada em laboratório de análises clínicas, conforme requerido pelo médico cardiologista responsável pelo estudo, no qual solicitou análise de perfil glicêmico, lipidograma, níveis de cortisol, proteína c-reativa (PCR) e interleucinas 6 e 10.

## **2.4 Protocolo de tratamento**

O protocolo consistiu em orientações nutricionais buscando reeducação alimentar associadas a utilização de manta térmica (*Teconfort®*) de infravermelho longo com temperatura máxima de 45°C, por 30 minutos e treinamento funcional em forma de circuito com exercícios aeróbicos de intensidade moderada de 60 a 70% da frequência cardíaca estipulada no limiar anaeróbio do teste cardiorrespiratório. No primeiro momento foi realizada uma esfoliação das áreas de maior concentração de tecido adiposo, como braços, abdômen, costas, e coxas, com o intuito de melhor penetração do termo ativo com nano tecnologia a base de centella asiática, nicotinato de metila e cafeína (*New Touch® 950g*), que proporciona uma hiperemia e vasodilatação local, em seguida obteve-se um resfriamento dos mesmos locais utilizando gel crioterápico (*Bioage® 500g*). Posteriormente, o indivíduo permaneceu deitado, em decúbito dorsal, sobre uma maca com o corpo todo, exceto a cabeça, envolto na manta térmica com infravermelho longo por 30 minutos. Logo após, deu-se início ao treinamento funcional, composto por corrida estacionária de 1 minuto, que passou de leve a severa intensidade até alcançar o limiar anaeróbico determinado pelo teste cardíaco.

O circuito principal foi composto por três séries de oito exercícios de treinamento funcional, contendo 10 repetições cada. Não houve intervalo entre os exercícios, mas sim entre as séries, sendo de dois minutos nas primeiras doze intervenções, passando para um minuto nas próximas doze e finalizando com trinta segundos de intervalo nas últimas doze intervenções. Ficando assim caracterizado a sobrecarga do treinamento com a diminuição progressiva do intervalo entre as séries. Para o controle da frequência cardíaca um frequencímetro de pulso com cinta cardíaca (*Geonaute®*) foi utilizado durante a execução do circuito de treinamento funcional.

## **3. RESULTADOS**

Os resultados foram analisados de forma quantitativa e apresentados de forma descritiva. O sujeito da pesquisa era do sexo masculino, com 22 anos, 1,74 m de altura, 96,1kg de peso, IMC 31,7 e com obesidade de grau I.

### 3.1 Avaliação nutricional

Os valores relativos a avaliação nutricional estão descritos na tabela 1.

TABELA 1 - AVALIAÇÃO NUTRICIONAL

	Início	30 dias	60 dias	90 dias	Redução
Peso (kg)	96,1	94,4	93,2	92,9	3,2
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	31,7	31	30,8	30,7	1
IMM (kg)	64	64	63	63	1
IMG (kg)	33,3	32,5	32	30,9	2,4
Taxa Metabólica (kcal)	1,897	1,884	1,879	1,854	43
Percentual de Água (%)	46,9L/48,8%	46,6L/49,4%	46,4L/49,8%	45,4L/48,9%	1,5L/1%
Circunferência Abdominal (cm)	105	101	103	102	3
Circunferência supra-abdominal (cm)	99	95,5	94	93	6
Circunferência infra-abdominal (cm)	106	102	102,5	101	5
Peitoral (cm)	110	106	104,5	104	6
Braço esquerdo (cm)	36,5	34,5	34,5	34	2,5
Braço Direito (cm)	38	35,5	35,5	34,5	3,5
Coxa direita (cm)	62	60	58	57	5
Coxa esquerda (cm)	61	58	58,5	58	3

Representação quanto aos dados obtidos nas avaliações Bioimpedância e Perimetria. cm: centímetros, %: percentual, L: litros, Kg: quilograma, Kg/m<sup>2</sup>: quilograma por metro quadrado. Fonte: Pawlovicz et al., 2018.

### 3.2 Avaliação fisioterapêutica

Os resultados encontrados após aplicação do protocolo FMS, estão descritos na tabela 2.

TABELA 2 – PONTUAÇÃO DO PROTOCOLO FMS, PRÉ E PÓS-INTERVENÇÃO

TESTE	PRÉ	PÓS
Agachamento profundo	2	2
Avanço em linha reta	2	2
Mobilidade de ombro	1	2
Teste da perna estendida	1	2
Passo sobre barreira	2	2
Estabilidade de tronco	1	1
Estabilidade e rotação	2	2

Representação quanto à aplicação do protocolo FMS pré e pós-intervenção, de acordo com protocolo FMS, segundo Burton e Ryle, 2012. Fonte: Pawlovicz et al., 2018.

### 3.3 Avaliação termográfica

Os dados da termografia estão demonstrados na Gráfico 1.

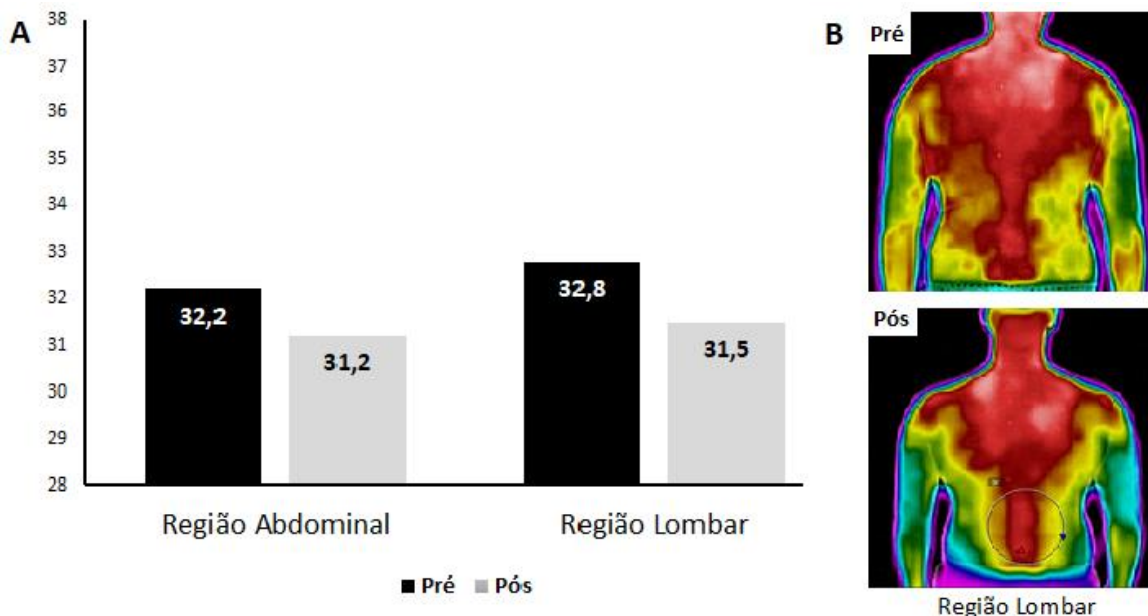


GRÁFICO 1: A - Representação dos valores pré e pós-intervenção das regiões abdominal e lombar. B - Representação da termografia pré e pós-intervenção da região lombar.

### 3.4 Avaliação cardiológica

Em relação aos resultados obtidos no teste de esforço cardiopulmonar verificou-se um aumento para o tempo de execução do teste (01:16 mm:ss) para potência absoluta (31,5W) e velocidade por minuto (0,7Km/h), além de um aumento relevante quanto ao percentual de  $VO_2$  máximo (12,3%), indicando melhora na capacidade cardiorrespiratória, conforme descrito na tabela 3.

TABELA 3 - TESTE DE ESFORÇO CARDIOPULMONAR-ERGOESPIROMETRIA

VARIÁVEIS	Limiar Anaeróbio		RESULTADOS
	PRÉ-INTERVENÇÃO	PÓS-INTERVENÇÃO	
Tempo (mm.ss)	03:30	04:46	↑01:16
FC (bpm)	162	181	↑18
Potência absoluta (W)	204,4	235,5	↑31,5
$VO_2$ absoluto (L/min)	2,46	2,48	↑0,02
Estágio (Km/h)	7,1	7,8	↑0,7
Porc. FC. Máx (%)	85,7	92,8	↑7,1
Potencia relativa (W/Kg)	2,14	2,56	↑0,42
$VO_2$ relativo (mL/Kg.min)	25,75	26,9	↑1,16
Porc. $VO_2$ Máx (%)	69,3	81,6	↑12,3

Representação dos resultados do teste cardiopulmonar - ergoespirometria. Nota: aumento (↑), minutos segundos (mm.ss), batimentos por minuto (bpm), Watts (W), litros por minuto (L/min) quilômetros por hora(Km/h), porcentagem (%), Watts por quilograma (W/Kg), mililitros por quilograma por minuto (mL/Kg.min). Fonte: Pawlovicz et al., 2018.

Após análise dos exames laboratoriais, uma redução de 0,75mg/dL de ácido úrico e 14,28 $\mu$ g/dL dos níveis de cortisol foi observada, ficando dentro da normalidade. Referente aos níveis de HDL (lipoproteína de alta intensidade), houve aumento de



9,3mg/dL, sendo considerável mesmo abaixo do valor de referência. As demais variáveis permaneceram dentro do limítrofe, como descritas na tabela 4.

VARIÁVEIS	Representação		quanto aos V.R.: M
	PRÉ	PÓS	
Glicemia (mg/dL)	87,0	93,0	60,0 a 100,0
PCR (mg/L)	1,0	1,5	Inferior a 6,0
Cortisol (µg/dL)	23,65	9,37	6,70 a 22,60
IL-6 (pg/mL)	1,5	1,5	Inferior 7,0
IL-10 (pg/mL)	5,0	5,0	Inferior 9,1
Colesterol total (mg/dL)	172,0	187,0	Desejável
HDL (mg/dL)	28,9	38,2	Baixo
LDL (mg/dL)	117,3	117,0	Desejável
VLDL (mg/dL)	25,8	31,8	Inferior a 34,0
Triglicerídeos (mg/dL)	129,0	159,0	Limítrofe
Ácido úrico (mg/dL)	6,50	5,80	2,5 a 7,0
Lípídeos totais (mg/dL)	729,5	788,8	400,0 a 800,0

exames laboratoriais avaliados pré e pós-intervenção. Valor de referência (V.R.:M) miligramas por litro(mg/L), microgramas por decilitro de sangue(µg/dL), picograma por mililitro(pg/mL). Valores de referência Faludi et al., 2017. Fonte: Pawlovicz et al., 2018.

#### 4. DISCUSSÃO

O protocolo de tratamento executado neste estudo proporcionou uma redução no peso corporal, IMC, percentual de gordura, circunferência da região abdominal, braços, pernas e peitoral, normalizou os níveis de cortisol e ácido úrico circulantes na corrente sanguínea, aumentou os níveis de HDL e aprimorou a condição cardiopulmonar de um indivíduo com obesidade grau I.

Atualmente, os índices de sobrepeso e obesidade ocasionam sérios danos para o indivíduo de forma geral. Além de ser considerado um problema global, onde 40% da população mundial está acima do peso (OMS, 2018), a obesidade também aumenta os riscos de mortalidade e surgimento de comorbidades, desencadeando a necessidade de cuidados específicos, já que estes riscos elevam o custo socioeconômico dos tratamentos associados (FERNANDES; RIBAS; AZEVEDO, 2016). Dessa forma, o incentivo a mudanças no estilo de vida, como a prática de atividade física (DZUBUR; PORONSKY, 2018; WIKLUND, 2016) e redução da ingestão de gorduras e açúcares, melhoram a condição de vida e reduzem os índices de obesidade (MALTA et al., 2016). Neste estudo, foram utilizados exercícios aeróbicos de intensidade moderada, associados à reeducação alimentar e à utilização de infravermelho longo em um indivíduo

obeso, resultando na redução do percentual de gordura e da circunferência abdominal. Um estudo foi conduzido por Sigal et al., que também utilizou exercícios aeróbicos de intensidades moderada e de resistência junto ao acompanhamento nutricional em indivíduos com sobrepeso. Neste estudo, obteve-se redução no percentual de gordura e circunferência abdominal (SIGAL et al., 2014).

Em outro trabalho, Navarro et al. relata que para obtenção da redução do percentual de gordura, o ideal seria manter uma intensidade moderada de exercícios, com 60 a 70% da frequência cardíaca. Isto se justifica pelo fato de que exercícios aeróbicos e de força intermitentes são mais eficazes na melhora da oxidação de gorduras, corroborando com os resultados encontrados neste estudo, que utilizou parâmetros semelhantes (NAVARRO; NAVARRO, 2013). Neste contexto, Neves et al. indicou que o percentual de gordura corporal influencia no aumento da temperatura da superfície da pele, e no atual estudo foi encontrada uma redução da temperatura da área abdominal de 1°C, e na área lombar em 1,3°C por meio da análise termográfica após a intervenção. Os locais analisados apresentaram baixa de temperatura, assim como redução das medidas antropométricas da circunferência abdominal (3cm), medida supra abdominal (6cm) e infra abdominal (5cm) (NEVES, 2017).

Outra constatação foi a redução significativa das medidas antropométricas, os quais está diretamente associada com diminuição de fatores de riscos cardiovasculares. O presente estudo também resultou na melhora para a mobilidade dos membros superiores e para flexibilidade de membros inferiores, analisados pelo protocolo FMS, corroborando com os resultados reportados por Lopez-Fuenzalida et al., que observou que medidas antropométricas podem estar associadas à mudanças nos padrões de movimento do corpo (LÓPEZ-FUENZALIDA et al., 2016).

Nos exames laboratoriais analisados, tanto pré quanto pós-protocolo, não foi observada alteração no lipidograma, o qual se manteve dentro da normalidade. Porém, foi possível notar que os níveis de HDL, mesmo estando com valor de referência baixo, tiveram um aumento após execução do protocolo, ficando os valores muito próximos do nível desejado (FALUDI et al., 2017). No trabalho de Expósito et al., foram realizados estudos exercícios aeróbicos com duração de 80 minutos, associados à dieta balanceada por 30 semanas, reduziu o colesterol sérico, colesterol total e aumentou os níveis de HDL, porém, neste estudo teve restrição calórica (EXPÓSITO; ESTÉVEZ; MIGUEL-SOCA, 2015). Em contrapartida, Navarro et al. descreve que para obtenção do aumento do HDL e diminuição de LDL é preciso realizar exercícios de alta intensidade próximos ou acima de 75% do VO<sub>2</sub> máximo (NAVARRO; NAVARRO, 2013), para Fraga et al. não é

possível afirmar qual estilo de treinamento proporciona aumento significativo de HDL, seja ele aeróbico, resistido ou combinado (FRAGA et al., 2017).

Se a elevação dos níveis de HDL depende da intensidade do treinamento executado, uma atenção para com indivíduos obesos, que apresentam maiores riscos articulares, deve ser preconizada. Martins et al. afirma em seu estudo que quanto maior o grau de obesidade, mais evidências relacionadas à dor no joelho são ocasionadas (MARTINS et al., 2018). Portanto, o presente estudo manteve os exercícios com intensidade moderada durante todo o período de intervenção com progressão no tempo de repouso entre as séries, além de empregar infravermelho longo e reeducação alimentar, melhorando os níveis de HDL. Foi observada uma diminuição nas concentrações do cortisol, que apresentava valores elevados antes do protocolo. O cortisol é um hormônio que está associado ao estresse crônico, ocasionado pela desregulação do eixo hipotálamo hipófise suprarrenal que desenvolve o acúmulo de gordura visceral, originando um processo inflamatório de baixo grau e um desequilíbrio na secreção de adipocinas (PAREDES; RIBEIRO, 2014), sendo um fator desencadeante para a síndrome metabólica uma consequência da obesidade.

Os níveis de ácido úrico foram diminuídos ao término da execução do protocolo, uma vez que este, quando aumentado, apresenta importante relação com a resistência à insulina. Miranda et al. relatou que o aumento de 1mg/dL nos níveis séricos de ácido úrico, desencadeia 91% de probabilidade em desenvolver resistência à insulina (DE MIRANDA et al., 2015). Em outro trabalho, Juraschek et al. constatou que a hiperuricemia é um fator que antecede a resistência à insulina e o diabetes do tipo II (JURASCHEK et al., 2014), e para Kodama et al., 17% do risco em desenvolver esse tipo de diabetes é devido ao aumento de 1mg/ml de ácido úrico sérico (KODAMA S, SAITO K, 2009).

Foi também observado que as adaptações cardiorrespiratórias foram melhores no indivíduo após o protocolo, com um aumento do  $VO_2$  máximo que resultou em um menor consumo de  $O_2$  em um tempo e velocidade maior durante o teste cardiopulmonar pós. No presente estudo demonstrou-se que 12 semanas do protocolo aplicado 3 vezes na semana resulta em uma aptidão aeróbica e um limiar anaeróbio mais resistente. Tais dados corroboram diretamente com os resultados de Gow et al., cujo uso do mesmo protocolo proporcionou uma adequada capacidade para realização de atividades diárias, levando assim a um restabelecimento da qualidade de vida (GOW et al., 2016). A efetividade relacionada ao tempo de duração e frequência semanal dos programas de exercícios visto por Wewege et al., que determinou que os programas de exercícios aeróbicos devem ter no mínimo 12 semanas de duração com intensidade moderada e

realizados 3 vezes semanais, promovendo melhora cardiovascular, como o que foi obtido no presente estudo (WEWEGE et al., 2018).

Em contrapartida, Castro et al., utilizou em seu estudo um programa de exercícios aeróbicos e/ou força, e a combinação aeróbio/força por 22 semanas numa frequência de 3 vezes semanais associados à dieta hipocalórica (CASTRO et al., 2017). O autor afirmou que todas as modalidades de exercícios são apropriadas para induzir adaptações cardiorrespiratórias em pessoas com índice de sobrepeso e obesidade. No presente estudo não foram enfatizadas dietas restritas, mas sim, uma reeducação quanto aos tipos de alimentos ingeridos, tamanho das porções, conhecimento nutritivo, e a importância em ingerir alimentos com efeito anti-inflamatório, ricos em ômega 3 e 6, que possuem um forte papel para o bom funcionamento do organismo, diminuindo a formação de placas ateroscleróticas, causadoras de doenças cardiovasculares 9, assim como o controle dos estímulos alimentares combinado ao enriquecimento no consumo de gorduras insaturadas e substâncias antioxidantes, que são capazes de reduzir peso, IMC e riscos decorrentes da obesidade (STECKHAN et al., 2016).

A redução de peso e IMC estão associadas à regulação das reservas energéticas feitas pela leptina, que é produzida no tecido adiposo e no estômago e tem a função de reduzir o apetite (ROSA et al., 2013). Na pesquisa de Vargas e Santos, após 14 semanas de exercícios aeróbicos de intensidade moderada e exercícios de resistência composto por 3 atendimentos semanais de 60 minutos, com 30 minutos de treino aeróbico, diminuíram-se os níveis de leptina nos indivíduos estudados (DA VARGAS; DOS SANTOS, 2014). No presente estudo foi observada uma redução de peso e IMC após execução do protocolo, que empregou exercícios aeróbicos de 30 minutos e a utilização de 30 minutos do infravermelho longo antes do treino. O infravermelho longo, quando utilizado em modelo animal, resultou em um controle do vaniloide TRPV3, que atua no controle alimentar e na redução do peso por elevar os níveis de POMC, que recebe sinais da leptina, reduzindo a ingestão de alimentos (HU; CHOO; MA, 2011).

O infravermelho longo também aumenta a temperatura corporal por meio de vasodilatação, acelera o fluxo sanguíneo e diminui o estresse oxidativo. Isso causa aumento do esforço do cisalhamento do endotélio, que é importante para prevenção de aterosclerose. Isso favorece a expressão de ácido nítrico, vasodilatador que protege o organismo da agregação de plaquetas e doenças cardíacas (SHUI et al., 2015), desencadeia aumento do metabolismo basal e, quando mantido constante, pode atuar na autofagia das células e ser benéfico para reparação tecidual (CHIU et al., 2016) por atuar na angiotensina II. Além de favorecer a redução da pressão arterial, também é útil no tratamento de doenças cardiovasculares como hipertensão (LIN et al., 2008).

Embora tenha apresentado resultados promissores, o presente estudo apresentou limitações por se tratar de um estudo com um único indivíduo, na utilização de bioimpedância, que é um método quantitativo e não exato para análise de peso de perimetria e para medidas da circunferência. O fato de manter os mesmos exercícios durante todo o programa também foi uma limitação.

## 5. CONCLUSÃO

O protocolo utilizado neste estudo, de 12 semanas de intervenção associando reeducação alimentar, infravermelho longo e treinamento funcional, obteve redução de peso, IMC, percentual de gordura, circunferência abdominal, níveis de cortisol, ácido úrico e proporcionou um aumento dos níveis de HDL, no condicionamento cardiorrespiratório e na mobilidade de ombro e flexibilidade de membros inferiores, sendo eficaz para o tratamento da obesidade grau I. Este estudo ressalta também, a importância de novos estudos e pesquisas com técnicas fisioterapêuticas para controle e prevenção de doenças como a obesidade e suas complicações.

## 6. REFERÊNCIAS

- ABALLAY, L. R. et al. Overweight and obesity: A review of their relationship to metabolic syndrome, cardiovascular disease, and cancer in South America. **Nutrition Reviews**, v. 71, n. 3, p. 168–179, 2013.
- ABESO. Diretrizes Brasileiras de Obesidade. 4.Ed. Associação, 2016.
- AJALA, O.; ENGLISH, P.; PINKNEY, J. Systematic review and meta-analysis of different dietary approaches to the management of type 2 diabetes1-3. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 97, n. 3, p. 505–516, 2013.
- ALFONSO-MORA, M. L. et al. Reproducibilidad del test Functional Movement Screen en futbolistas aficionados. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 10, n. 2, p. 74–78, 2017.
- ARAUJO, E. P. et al. Mechanisms in endocrinology: Hypothalamic inflammation and nutrition. **European Journal of Endocrinology**, v. 175, n. 3, p. R97–R105, 2016.
- AYDIN, M. et al. Neutrophil lymphocyte ratio in obese adolescents. **Northern Clinics of Istanbul**, v. 2, n. 2, p. 87–91, 2015.
- CASTRO, E. A. et al. What is the most effective exercise protocol to improve cardiovascular fitness in overweight and obese subjects? **Journal of Sport and Health Science**, v. 6, n. 4, p. 454–461, 2017.
- CUNHA, E. DEL B. B. et al. Evaluation of Lipid Profile in Adolescents. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, v. 31, n. 4, p. 367–373, 2018
- CHIU, H. W. et al. Far-infrared promotes burn wound healing by suppressing NLRP3 inflammasome caused by enhanced autophagy. **Journal of Molecular Medicine**, v. 94, n. 7, p. 809–819, 2016.
- COOK, G. et al. Movement: Functional Movement Systems – Screening , Assessing, Corrective Strategies On Target Publications. **The Journal of the Canadian Chiropractic Association**, v. 56, n. 4, p. 316, 2012.
- DA VARGAS, L. DE S.; DOS SANTOS, D. L. Efeito do exercício físico sobre a

leptinemia e percentual de gordura de adultos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 2, p. 142–145, 2014.

DE MIRANDA, J. A. et al. The role of uric acid in the insulin resistance in children and adolescents with obesity. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 33, n. 4, p. 431–436, 2015.

DESAI, H. R. et al. Macrophage JAK2 deficiency protects against high-fat diet-induced inflammation. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1–15, 2017.

DZUBUR, E. K.; PORONSKY, C. B. Exercise Therapy Benefits for Heart Failure. **Journal for Nurse Practitioners**, v. 14, n. 5, p. 396–401, 2018.

EXÓSITO, K. O.; ESTÉVEZ, M. R.; MIGUEL-SOCA, P. E. Ensayo no aleatorizado: impacto de cambios en la dieta y ejercicios físicos en pacientes adultos con síndrome metabólico Non-Randomized Trial: Impact of Dietary Changes and Physical Exercises in Adult Patients with Metabolic Syndrome. v. 19, n. 3, p. 465–482, 2015.

FALUDI, A. A. et al. Atualização da diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose – 2017. v. 109, 2017.

FERNANDES, N. DE A.; RIBAS, M. R.; AZEVEDO, F. Treinamento intervalado de alta intensidade em mulheres com sobrepeso e obesidade. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 10, p. 295–302, 2016.

FRAGA, A. S. et al. **Efeito do exercício sobre os níveis de HDL-C: Uma revisão sistemática de metanálises** **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, 2017.

FREEDMAN, D. S. et al. The Relation of Overweight to Cardiovascular Risk Factors Among Children and Adolescents: The Bogalusa Heart Study. **American Journal of Epidemiology**, v. 103, n. 2, p. 181–204, 2015.

GOW, M. L. et al. Sustained improvements in fitness and exercise tolerance in obese adolescents after a 12 week exercise intervention. **Obesity Research and Clinical Practice**, v. 10, n. 2, p. 178–188, 2016.

HU, J.; CHOO, H. J.; MA, S.-X. Infrared heat treatment reduces food intake and modifies expressions of TRPV3-POMC in the dorsal medulla of obesity prone rats. **International Journal of Hyperthermia**, v. 27, n. 7, p. 708–716, 2011.

JURASCHEK, S. P. et al. Temporal relationship between uric acid concentration and risk of diabetes in a community-based study population. **American Journal of Epidemiology**, v. 179, n. 6, p. 684–691, 2014.

KODAMA S, SAITO K, E. A. Reviews / Commentaries / ADA Statements Association Between Serum Uric Acid and Development of Type 2 Diabetes. **Diabetes care**, v. 32, n. 9, p. 1737–1742, 2009.

LIN, C.-C. et al. Far infrared therapy inhibits vascular endothelial inflammation via the induction of heme oxygenase-1. **Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology**, v. 28, n. 4, p. 739–745, 2008.

LOB, H. E. et al. Deletion of p22phox-dependent oxidative stress in the hypothalamus protects against obesity by modulating  $\beta$ 3-adrenergic mechanisms. **JCI Insight**, v. 2, n. 2, 2017.

LÓPEZ-FUENZALIDA, A. E. et al. Asociación entre características antropométricas y funcionalidad motriz en sujetos chilenos con distintos niveles de actividad física. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 66, n. 3, p. 219–229, 2016.

MALTA, D. C. et al. Tendência temporal dos indicadores de excesso de peso em adultos nas capitais brasileiras, 2006-2013. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n.

4, p. 1061–1069, 2016.

MARTINEZ, J. I. et al. Variación de la masa corporal grasa por antropometría y bioimpedancia en escolares jujeños. **Revista Argentina de Antropología Biológica**, v. 20, n. 1, p. 5, 2017.

MARTINS, G. C. et al. Avaliação radiográfica e de sintomatologia dolorosa do joelho em indivíduos com obesidade grave – estudo controlado transversal. Radiographic evaluation and pain symptomatology of the knee in severely obese individuals – controlled transversal study ☆. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 53, n. 6, p. 740–746, 2018.

NAVARRO, A.; NAVARRO, F. Efeito dos exercícios de alta intensidade aeróbios e anaeróbios na oxidação de gordura corporal: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 2, p. 246–254, 2013.

NEVES, E. B. The effect of body fat percentage and body fat distribution on skin surface temperature with infrared thermography. **Journal of Thermal Biology**, v. 66, n. March, p. 1–9, 2017.

Organização mundial de saúde, 2018 march 12. Obesity and Overweight fact sheet. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets>.

PANTA, R.; MATHIS JÚNIOR, R.; SILVA FILHO, J. N. Efeitos do treinamento resistido personalizado na composição corporal de homens adultos: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e emagrecimento.**, v. 11, n. 67, p. 591–597, 2017.

PAREDES, S.; RIBEIRO, L. Cortisol: the villain in Metabolic Syndrome? **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 60, n. 1, p. 84–92, fev. 2014.

PARTO, P.; LAVIE, C. J. Obesity and Cardiovascular Diseases. **Current Problems in Cardiology**, v. 42, n. 11, p. 376–394, 2017.

ROSA, G. et al. Adipose tissue, metabolic hormones and physical exercise. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 6, n. 2, p. 78–84, 2013.

SHUI, S. et al. Far-infrared therapy for cardiovascular, autoimmune, and other chronic health problems: A systematic review. **Experimental biology and medicine (Maywood, N.J.)**, v. 240, n. 10, p. 1257–1265, 2015.

SIGAL, R. J. et al. Effects of Aerobic Training, Resistance Training, or Both on Percentage Body Fat and Cardiometabolic Risk Markers in Obese Adolescents. **JAMA Pediatrics**, v. 168, n. 11, p. 1006, 2014.

STECKHAN, N. et al. Effects of different dietary approaches on inflammatory markers in patients with metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. **Nutrition**, v. 32, n. 3, p. 338–348, 2016.

TAN, S. et al. Positive effect of exercise training at maximal fat oxidation intensity on body composition and lipid metabolism in overweight middle-aged women. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 36, n. 3, p. 225–230, 2016.

VIGITEL. **Vigitel Brasil 2014**. [s.l.: s.n.].

WEWEGE, M. A. et al. Aerobic, resistance or combined training: A systematic review and meta-analysis of exercise to reduce cardiovascular risk in adults with metabolic syndrome. **Atherosclerosis**, v. 274, p. 162–171, 2018.

WIKLUND, P. The role of physical activity and exercise in obesity and weight management: Time for critical appraisal. **Journal of Sport and Health Science**, v. 5, n. 2, p. 151–154, 2016.

WIKTOROWSKA-OWCZAREK, A.; BEREZIŃSKA, M.; NOWAK, J. PUFAs: Structures, Metabolism and Functions. **Advances in Clinical and Experimental Medicine**, v. 24, n. 6, p. 931–941, 2015.

ZHAO, Y. et al. Knockdown of Tlr4 in the Arcuate Nucleus Improves Obesity Related Metabolic Disorders. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1–9, 2017.