



Tecido adiposo marrom: uma alternativa para manutenção de peso em pacientes com obesidade

Brown adipose tissue: an alternative for weight maintenance in obese patients

Tejido adiposo pardo: una alternativa para el mantenimiento del peso en pacientes obesos

Tatiana Santiago¹, Alessandro Pereira da Silva¹, Lucyana de Miranda Moreira¹, Vivian Cleia Benites Denardo¹, Silvia Regina Matos da Silva Boschi¹, Silvia Cristina Martini¹, Terigi Augusto Scardovelli¹.

RESUMO

Objetivo: Quantificar por meio de imagens termográficas a atividade do tecido adiposo marrom (TAM) através da ação do termogênico pimenta e protocolo frio em indivíduos com obesidade. **Métodos:** Nove voluntários com obesidade submetidos ao protocolo de ativação do TAM pelo frio e pelo uso de capsinóide, num estudo duplo cego. No primeiro dia, houve a uma coleta de imagem basal e, em seguida, foram submetidos ao protocolo frio e após o protocolo termogênico duplo-cego, com intervenção da cápsula. A coleta de imagens ocorreu durante 2h30. No segundo dia, foram registradas as imagens após a intervenção da cápsula por 2h30, conforme descrito no primeiro dia. As imagens foram analisadas pela média dos valores da escala cinza para verificação de alteração significativa. **Resultados:** Não houve ativação do TAM para o protocolo frio e placebo e houve ativação do TAM para protocolo de capsinóide. **Discussão:** A ativação do TAM foi relacionada aos tipos de receptores termossensoriais que são diferentes para o frio e para capsinóide e que sofrem influência com o ciclo circadiano, fatores ambientais e quantidade de tecido adiposo branco. **Conclusão:** Este estudo demonstrou a correlação dos hábitos e a composição corporal na ativação do TAM em obesidade.

Palavras-chave: Termografia, Processamento de Imagem, Obesidade, Tecido Adiposo Marrom.

ABSTRACT

Objective: To quantify the brown adipose tissue (TAM) activity using thermographic images through the action of the thermogenic pepper and the cold protocol in obese individuals. **Methods:** Nine obese volunteers submitted to the TAM activation protocol by cold and by the use of capsinoid, in a double-blind study. On the first day, there was a baseline image collection and then they were submitted to the cold protocol and after the double-blind thermogenic protocol, with intervention of the capsule. Image collection took place for 2h30. On the second day, images were recorded after the capsule intervention for 2h30, as described on the first day. Images were analyzed by averaging gray scale values to verify significant alteration. **Results:** There was no TAM activation for the cold and placebo protocol and there was TAM activation for the capsinoid protocol. **Discussion:** TAM activation was related to the types of thermosensory receptors that are different for cold and capsinoid and that are influenced by the circadian cycle, environmental factors and amount of white adipose tissue. **Conclusion:** This study demonstrated the correlation between habits and body composition in TAM activation in obesity.

Keywords: Thermography, Image Processing, Obesity, Brown Adipose Tissue.

¹Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), Mogi das Cruzes – SP.

RESUMEN

Objetivo: Cuantificar la actividad tejido adiposo pardo (TAM) mediante imágenes termográficas mediante la acción del chile termogénico y el protocolo de frío en individuos obesos. **Métodos:** Nueve voluntarios obesos sometidos al protocolo de activación de TAM por frío y por el uso de capsinoides, en un estudio doble ciego. El primer día se realizó una toma de imágenes basales y luego se sometieron al protocolo de frío y posteriormente al protocolo termogénico doble ciego, con intervención de la cápsula. La recolección de imágenes se llevó a cabo durante 2h30. El segundo día, las imágenes se registraron después de la intervención de la cápsula durante 2h30, como se describe el primer día. Las imágenes se analizaron promediando los valores de la escala de grises para verificar una alteración significativa. **Resultados:** No hubo activación de TAM para el protocolo de frío y placebo y hubo activación de TAM para el protocolo de capsinoides. **Discusión:** La activación de TAM estuvo relacionada con los tipos de receptores termosensoriales que son diferentes para frío y capsinoides y que están influenciados por el ciclo circadiano, factores ambientales y cantidad de tejido adiposo blanco. **Conclusión:** Este estudio demostró la correlación entre hábitos y composición corporal en la activación de TAM en la obesidad.

Palabras clave: Termografía, Procesamiento de Imágenes, Obesidad, Tejido Adiposo Pardo.

INTRODUÇÃO

A obesidade é uma patologia crônica de origem multifatorial, caracterizada pelo desequilíbrio entre a ingestão de alimentos (energia) e o gasto, apresentando um acúmulo de gordura que pode ser subcutânea e/ou visceral (ABESO, 2016; SINGH R, et al., 2021; SUCHACKI KJ, et al., 2021). As causas já estudadas sobre a origem da obesidade e/ou excesso de peso são: fatores genéticos; *imprinting* metabólico (programação metabólica durante a gestação); problemas hormonais; fatores psicológicos; disruptores hormonais; microbiota intestinal; fatores sociais; ciclo circadiano. Esta condição pode levar a um desequilíbrio metabólico com alterações no perfil de glicose, colesterol, triglicérides, ácido úrico, ocasionando as doenças crônicas não transmissíveis (ABESO, 2016).

De acordo com os dados divulgados pelo Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL), a obesidade é considerada um problema de saúde pública no Brasil, acometendo 56% da população (VIGITEL, 2019) e segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mais da metade da população encontra-se em excesso de peso, com um percentual de 60,3% (IBGE, 2020).

O tratamento inicial da obesidade envolve mudança de hábitos e estilo de vida, com modificações na alimentação, atividade física, acompanhamento psicológico e tratamento medicamentoso. Em caso mais graves ou casos que não obtiveram sucesso no tratamento clínico, há a indicação da cirurgia bariátrica (ABESO, 2016). De acordo com a Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica (SBCBM) são reconhecidos os tipos de tratamento cirúrgico: não invasivo (balão intragástrico; banda gástrica ajustável); invasivo (by-pass Yde roux; sleeve; Scopinaro, Duodenal-Swistch), devendo a escolha ser de acordo com os parâmetros de IMC (SBCBM, 2015).

Atualmente, no Brasil e no mundo, a técnica mais utilizada é o by-pass: Y-de roux ou Sleeve, onde os critérios são: Índice de Massa Corporal (IMC) acima de 40Kg/m² sem comorbidade ou IMC acima de 35Kg/m² com comorbidades (SBCBM, 2015). Porém, a cirurgia bariátrica não é a solução definitiva no tratamento da obesidade, uma vez que após a estabilização do peso, estudos têm demonstrado o reganho de peso, o que tem sido um desafio para a medicina (CALDEIRA TPD, et al., 2020). Para se entender o reganho de peso, várias linhas de estudos têm surgido, com pesquisas relacionadas aos hormônios anorexígenos como incretinas, GLP-1, leptina, insulina, hormônios tireoidianos, moduladores inflamatórios, fatores genéticos, entre outros (CAMBI MPC, et al., 2015).

Atualmente, pesquisas investigaram o perfil de tecido adiposo e sua função metabólica (HANKIR MK, et al., 2015; PAULUS A, et al., 2020; ADAMI GF, et al., 2019). Em humanos, há dois tipos de tecido adiposo:

tecido adiposo branco (TAB) e tecido adiposo marrom (TAM). Ambos desempenham funções metabólicas e manutenção da temperatura corporal por mecanismos diferentes. Porém, até 2009, acreditava-se que o TAM ativo só existisse em crianças, mas por meio de tomografia de emissão de pósitron combinada à tomografia computadorizada (PET/CT) foi constatado que o TAM está presente e é funcional em adultos, o que reacendeu o interesse na comunidade científica na promoção da manutenção do peso perdido (SAITO M, 2013; BJØRNDAL B, et al., 2011).

As funções do TAM conhecidas são: liberação de energia através da oxidação de gordura, que mantém a temperatura do corpo em condições frias e também após atividade física e a digestão de alimentos, como os termogênicos como café, pimenta, gengibre, chá verde, entre outros (MURARO CR e SALDANHA RP, et al., 2016). Dentre os termogênicos relacionados à ativação do TAM para manutenção de peso, está a pimenta (princípio ativo capsaicina ou capsinóides), sendo um dos mais estudados (WHITING S, et al., 2012; YONESHIRO T, et al., 2012; SAITO M e YONESHIRO T, 2013; PREMKUMAR LS, 2014; ZSIBORÁS C, et al., 2018; ZHENG J, et al., 2017; HEENAN KA, et al., 2020; BRASIL S, et al., 2020; DULLOO AG, et al., 2011). Porém, não é unânime a ativação do TAM em todos os estudos (PAULUS A, et al., 2020; HANKIR MK, et al., 2015; ADAMI GF, et al., 2019, MACLEAN PS, et al., 2015), uma vez que fatores como dose da pimenta, tempo de consumo, condições físicas dos voluntários, como eutrofia, porcentagem de gordura corporal podem interferir nesta ativação.

Para se realizar a avaliação da quantidade e eficácia do funcionamento do TAM, o método mais acessível é por meio da termografia infravermelha (IRT) (SUN L, et al., 2019), embora o padrão-ouro seja a PET/CT com in fluoroglicose, sendo melhor pela infusão de triglicerídeos, uma vez que é o substrato de consumo durante a termogênese; mas este método além de não ser acessível em relação ao custo, há a exposição à radiação (SUN L, et al., 2019). A termografia é uma modalidade de captação da radiação infravermelha do corpo ou de partes, que mensura e mapeia indiretamente a distribuição da temperatura emitida pela superfície corporal, determinando imagens com energia infravermelha emitida pelo corpo após estímulos (JASTI N, et al., 2019).

Um estudo (LEVY SB, 2020) de revisão bibliográfica demonstrou estímulos do TAM com o uso de termografia em protocolo frio, onde os voluntários eram submetidos ao frio em ambientes climatizados ou com roupa térmica ou com a imersão de membros superiores ou inferiores em água a temperatura de $15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 5 minutos. Ao final do estímulo, os pacientes eram classificados como positivo ou negativo para ativação do TAM. Considerando os estudos sobre a pimenta (análogos de capsinóides) e sua ação na ativação do TAM, um estudo que demonstre o efeito do princípio ativo do termogênico com imagem termográfica, frente aos indivíduos com obesidade, poderia auxiliar na elucidação da efetividade do mesmo e na tomada de conduta pela equipe multiprofissional. O presente trabalho possui como objetivo a verificação da ativação do TAM mediante estímulos de protocolo frio e com termogênico.

MÉTODOS

Trata-se de um trabalho de intervenção, duplo-cego, onde os voluntários receberam estímulos de ativação de tecido adiposo marrom, por 2 tipos de protocolos, sendo um frio e o outro por ação do termogênico (cápsula de capsinóide 9mg) e placebo (celulose microcristalina 9mg). Em relação ao uso de pimenta, uma revisão bibliográfica demonstrou a ativação do TAM mediante o uso de capsaicina e análogos como capsinóides, ingeridos em doses que variam de 6mg a 12mg em uma única vez ou com a administração por dias, avaliando a ativação do TAM por imagem e coleta de exames bioquímicos (ZSIBORÁS C, et al., 2018).

Este protocolo foi baseado no Protocolo Tactical realizado em Singapura (SUN L, et al., 2019). O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética (CAAE: 46895821.4.0000.5497 e número do parecer: 5.104.892).

Foram recrutados 9 voluntários elegíveis do sexo masculino que trabalhavam ou estudavam na universidade, através de um convite enviado pelo e-mail institucional. Como critérios de inclusão: idade entre 19 e 59 anos, sexo masculino e IMC igual ou maior do 30Kg/m^2 . Foram excluídos da pesquisa, voluntários que faziam uso de medicamentos como betabloqueadores, inibidores de monoamina oxidase (MAO),

metildopa, corticoides, anti-inflamatórios, praticantes de atividade física intensa, que possuíam sensibilidade no trato gastrointestinal (gastrite, úlcera, síndrome do intestino irritável, doença de Crohn), alergias de pele (SAITO M e YONESHIRO T, 2013). Cada voluntário selecionado preencheu um formulário no *Google Forms*, com dados pessoais: nome, telefone, ocupação, atividade física, uso de medicamentos, padrão de sono. A seguir recebia o protocolo de pesquisa e a data e horário para comparecer ao Laboratório de Pesquisas Tecnológicas, localizado na mesma universidade.

Para a coleta de dados, o laboratório foi preparado com vedação nas janelas, ar condicionado, aclimação a $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, cadeira para o voluntário se sentar durante a coleta de dados. A região de interesse (ROI) foi a região supraclavicular, onde se localiza o tecido adiposo marrom (PAN R, et al., 2020).

A câmera termográfica utilizada (FLIR®, modelo E8) com sensibilidade de formatos de comprimento de onda de 8,0 a 14,0 μm , índice de incerteza de 2% ou 0,02 $^{\circ}\text{C}$, adequada para aplicação em diagnóstico clínico, pois inclui o comprimento de onda emitido pela pele humana (9,4 μm). A calibração do dispositivo é automática, conforme recomendado pelo fabricante, ocorrendo constantemente enquanto o mesmo está conectado.

A mesma foi fixada em um tripé que foi posicionado na frente do voluntário a 1 metro de distância e com 1,2 metros de altura. O período da pesquisa ocorreu entre outubro de 2021 a março de 2022; como havia o período de pandemia de Covid-19 e epidemia de Influenza, o voluntário deveria estar sem sintomas, com teste negativo e deveria seguir os protocolos de segurança para Covid-19 (uso obrigatório de máscara e temperatura menor que 38°C).

A coleta de dados foi realizada em dois dias. No primeiro dia o voluntário foi submetido ao protocolo frio, ou seja, imersão das mãos em água fria a 15°C por 5 minutos e posteriormente ao protocolo termogênico ou placebo (duplo-cego). No segundo dia, o voluntário foi submetido somente ao protocolo termogênico/placebo (duplo-cego), onde somente outro pesquisador, não relacionado a pesquisa, sabia qual cápsula era o termogênico.

Em cada dia agendado, o voluntário compareceu ao laboratório em jejum de 8h a 10h, onde permaneceu na sala climatizada, sentado, para que não houvesse interferência do clima externo, durante 30 minutos antes de iniciar o protocolo. O mesmo estava vestido de bermuda, sem camiseta e descalço. Para a coleta de dados, o voluntário também seguiu o protocolo da termografia infravermelha, onde não poderia ter queimadura solar na ROI, não poderia se barbear ou depilar-se no mesmo dia; usar hidratantes; estar com febre; possuir cortes ou ataduras no local da ROI (LUCAS RWC e BIOSCHI ML, 2016).

Nos dois dias teste foram capturadas 5 imagens termográficas IR de cada uma das 3 posições (frente, com a cabeça rotacionada para a direita e para a esquerda) em cada etapa do protocolo. Após os 30 minutos de permanência na sala foram capturadas as imagens basais nas três posições. Posteriormente, o voluntário colocou as mãos na água fria, em uma bacia, e após 5 minutos foram capturadas as imagens após o protocolo frio nas três posições. Em seguida era iniciado o protocolo termogênico/ placebo, o voluntário ingeria uma cápsula com 1 copo de água e a cada 30 minutos foram capturadas as imagens nas três posições. Este procedimento foi repetido por 2h30.

Como pré-processamento das imagens, a escala de cores das imagens capturadas foi ajustada utilizando o próprio *software* da câmera FLIR. Como as imagens, por padrão da câmera, apresentam as componentes *Thermal* e Câmera Digital sobrepostas (Thermal MSX), com isso todas as imagens foram ajustadas para apresentar somente a componente *Thermal*.

Todas as imagens foram ajustadas para a paleta de cores *From Image* variando a temperatura entre 20°C e 37°C com emissividade de 0,98, onde a cor azul representa 20°C e a cor branca representa 37°C . Dessa forma a escala de cores foi padronizada em função da temperatura apresentada.

Posteriormente as imagens foram separadas de acordo com o dia de teste e agrupadas de acordo com as etapas do protocolo: basal, protocolo frio, 30 min, 1h, 1h30, 2h e 2h30. Após agrupar as imagens, foi utilizado o *software* ImageJ para obter uma imagem média das 5 imagens capturadas em cada uma das três posições

(frente, cabeça rotacionada para direita e cabeça rotacionada para esquerda) em cada uma das etapas do protocolo (basal, protocolo frio, 30 min, 1h, 1h30, 2h e 2h30) de cada voluntário. E posteriormente foi realizada a média, moda, mediana, valor mínimo e o valor máximo dos pixels obtidos dentro das regiões de interesse.

Depois dos dados tabulados foi utilizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk para avaliar se a distribuição dos dados é semelhante a uma distribuição normal. A partir dos resultados do teste de normalidade foram realizados testes de duas amostras relacionadas (teste pareado) para comparando os dados da imagem basal com as outras imagens (protocolo frio, 30 min, 1h, 1h30, 2h e 2h30). Para os dados paramétricos foi utilizado o Teste T de Student e para os dados não paramétricos foi utilizado o teste Wilcoxon.

RESULTADOS

A coleta de dados ocorreu nos meses de novembro de 2021 a março de 2022. Foram recrutados 15 voluntários elegíveis, porém, somente 9 voluntários participaram. A caracterização da amostra em relação ao estado nutricional está demonstrada na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Caracterização dos voluntários.

Variáveis	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	37,7	11,76	20	56
Estatura (cm)	173	7,03	161	181
Peso (Kg)	107,70	12,34	84,00	123,00
IMC (Kg/m ²)	35,60	3,21	31,10	38,70

Fonte: Santiago T, et al., 2023.

Para a avaliação da ativação do TAM na região supraclavicular, a coleta de imagens foi realizada nas três posições: posição frontal (**Figura 1a**), cabeça rotacionada para a direita (**Figura 1b**) e cabeça rotacionada para a esquerda.

Figura 1 - Região de interesse demarcada na imagem do voluntário.

a) Posição da cabeça de frente.



a)

b) Com a cabeça rotacionada para a direita.



b)

Fonte: Santiago T, et al., 2023.

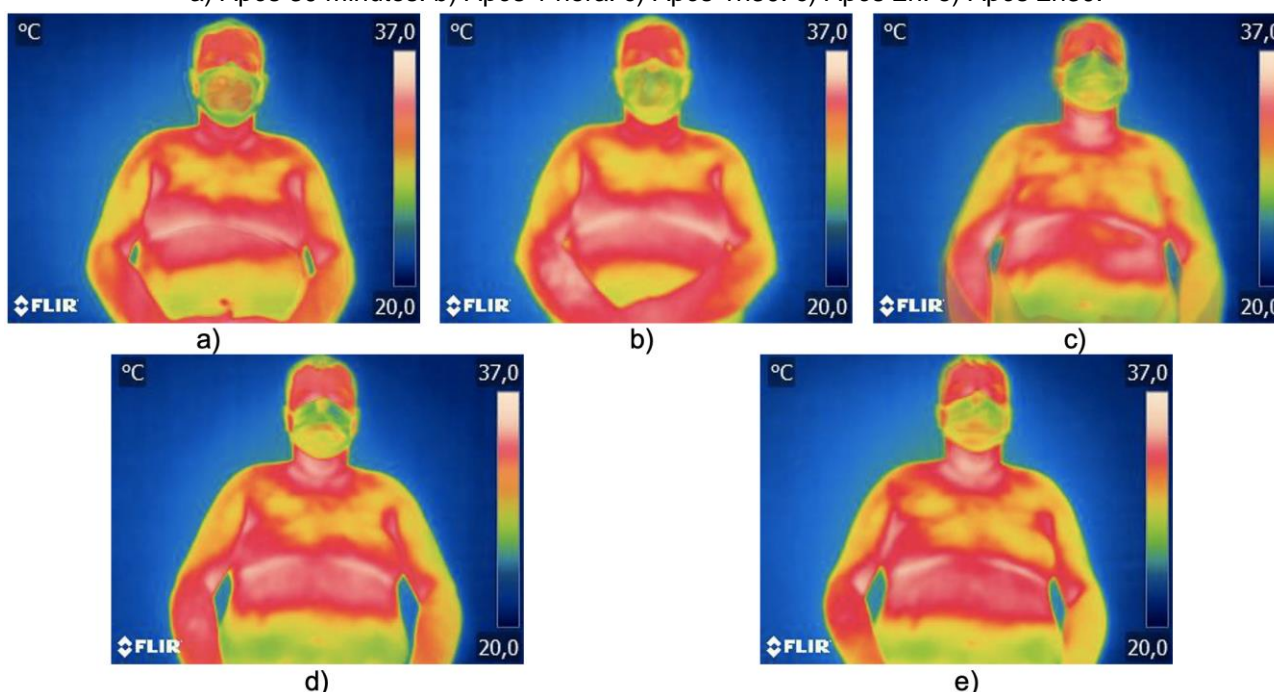
A idade média dos voluntários foi de 37,7 (\pm 11,76) anos, com IMC médio de 35,60 (\pm 3,21) Kg/m², sendo classificado como obesidade grau II. A média de peso foi de 107,70 (\pm 12,34) Kg. Dentre os voluntários, um já havia feito cirurgia bariátrica do tipo by-pass há 10 anos. Entre os voluntários que participaram, 4 (44,4%)

relataram ter contraído Covid-19 antes ou durante a fase de coleta de dados, 5 (55,6%) tomavam algum tipo de medicamento de uso contínuo para controle de pressão arterial, dislipidemias, resistência à insulina e ansiedade. Em relação ao questionário de caracterização; quando avaliado sobre o padrão de sono através dos questionamentos: “sente dificuldade em dormir”, “acorda cansado”, 4 (44,4%) relataram dificuldades para iniciar o sono e 7 (77,8%) relataram acordar cansado, não sendo suficiente as horas de sono.

As imagens com a posição de frente; com a cabeça rotacionada para a esquerda e para a direita mostraram resultados $p > 0,05$ quando comparado a imagem basal à imagem do protocolo frio; não havendo diferença significativa, ou seja, não houve ativação do TAM frente ao estímulo frio. O período de análise das imagens basal comparado às imagens após a ingestão das cápsulas contendo capsinóide (9mg), estão demonstradas na **Figura 2**.

Figura 2 - Imagens médias por termografia infravermelha durante todo o período de 2h30 após a ingestão da cápsula de capsinóide, com a posição da cabeça de frente.

a) Após 30 minutos. b) Após 1 hora. c) Após 1h30. c) Após 2h. e) Após 2h30.



Fonte: Santiago T, et al., 2023.

Os dados das imagens de frente dos voluntários V1; V2; V3 com a cabeça rotacionada para a direita e para a esquerda foram corrompidos, devido uma falha no cartão de memória da câmera termográfica; assim como as imagens dos voluntários V3 e V8 no horário de 2h30. O protocolo proposto foi a coleta de imagens por um período de 2h30; porém, não houve prejuízo nos resultados, uma vez que a farmacocinética do capsinóide, possui uma meia-vida de 24 horas, sendo uma absorção de 94% em concentração máxima no sangue após 1 hora de administração (ALPIOVEZZA AR, et al., 2015).

Nos tempos acima de 1h até 2h, na posição com a cabeça de frente e com a cabeça rotacionada para o lado direito houve diferença significativa ($p > 0,05$), ou seja, houve ativação do TAM, o mesmo aconteceu com as imagens de tempo 1h30 e 2h com a cabeça rotacionada para a esquerda, houve diferença significativa com $p = 0,0464$ e $p = 0,0207$ respectivamente, em relação à imagem basal. Na posição direita mostrou que não houve diferença significativa no tempo 30 minutos, quando comparado à imagem basal.

Nas imagens de frente, no tempo de 30 minutos após a ingestão da capsinóide, mostrou um resultado de $p > 0,05$, ou seja, não houve diferença significativa quando comparada à imagem basal; portanto não houve ativação do TAM. O mesmo foi visto no tempo 1h com a cabeça rotacionada para a esquerda, o mesmo

ocorreu com as imagens analisadas na posição esquerda, no tempo 1h, não mostrou diferença significativa ($p>0,05$) quando comparado à imagem basal.

Após a ingestão da capsula placebo, na posição de frente, no tempo 30 minutos, quando comparados à imagem basal, mostrou uma diferença estatística significativa de $p=0,0209$, ou seja, houve ativação do TAM. Porém, nas outras posições, no mesmo tempo, do lado direito e esquerdo não houve diferença estatística significativa ($p>0,05$). Para os dados de moda, média, mediana e valor mínimo não houve diferença estatística significativa ($p>0,05$) entre o basal e o período de 2h30 para ambas as capsulas (placebo e capsinóide). Para a capsula placebo também não houve diferença estatística significativa para o valor máximo, porém para a capsula com capsinóide houve diferença entre o basal e 30 min ($p=0,0046$), 1h ($p=0,0483$) e 1h30 ($p=0,0205$).

DISCUSSÃO

Infelizmente o período de pandemia afetou o recrutamento de voluntários que acabaram contraindo o vírus da Sars-Cov2 ou Influenza, além do consumo de medicamentos anti-inflamatórios e/ou antibióticos neste período que também poderia afetar os resultados.

O uso de câmera de termografia infravermelha foi validado para a detecção da ativação do tecido adiposo marrom, conforme relatado no próprio estudo do Protocolo *Tactical* (SUN L, et al., 2019), utilizado como base para este estudo. Em relação à ativação do tecido adiposo marrom, os voluntários não apresentaram ativação quando submetidos ao protocolo frio, sendo um resultado semelhante aos estudos de Saari TJ, et al. (2020) e Kulterer OC, et al. (2022).

No estudo de Saari TJ, et al. (2020), os voluntários com obesidade foram submetidos ao protocolo frio durante 2h e como substrato energético infundiram triglicerídeos (palmitato), uma vez que o consumo energético utilizado na termogênese por frio são as gorduras. Como resultado, não houve ativação do tecido adiposo marrom. Tal justificativa foi o baixo metabolismo de gordura em condições basais ou de estímulo termogênico por frio. Já o estudo de Kulterer OC, et al. (2022) avaliou 96 voluntários entre eutróficos e com obesidade com idades entre 20 e 55 anos; por protocolo frio e infusão de glicose por PET/CT em 2 horas, além da biópsia do TAM; concluiu que a prevalência de TAM está intacta e sua atividade em voluntários com obesidade é baixa e diretamente relacionada à obesidade abdominal.

A presença de TAB em excesso, é um fator a ser considerado como isolante térmico, o que poderia justificar o resultado não ativado em presença de protocolo frio (SINGH R, et al., 2021; SUCHACKI KJ e STIMSON R, 2021). Um outro fator a ser considerado para justificar o resultado de TAM não ativado por protocolo frio seria o perfil de receptores sensoriais. O mecanismo sensorial de estímulo do TAM pelo frio, mediado pelos canais TRP (*Channels Participate in Peripheral Thermosensation*) do TAM que pertence à família de canais que regulam a homeostase do organismo através de mudanças ambientais, como quimiosensação e termossensibilização (DHAKAL S e LEE Y, 2019).

Em se tratando de estímulo frio, a TRP específica é a TRPM8 que também se localiza no tecido adiposo marrom, sendo vinculada ao estímulo da termogênese (MORAES MN, et al., 2017). Um estudo relacionado com camundongos demonstrou que a TRPM8 sofre alterações com mudanças no ciclo circadiano; prejudicando a atividade do TAM, ou seja, a termogênese facultativa (MORAES MN, et al., 2017), o que se justifica, quando analisada a qualidade de sono dos voluntários, onde 8 dos 9 voluntários relataram padrão de sono insuficiente.

O resultado de ativação de TAM após 30 minutos de ingestão de cápsula placebo, pode ser justificado pela temperatura da água ingerida, uma vez que ela não estava em temperatura ambiente. O mesmo ocorreu no estudo proposto por Boschmann M, et al. (2003); onde foram avaliados 14 voluntários de ambos os sexos, adultos, eutróficos, cujo objetivo principal foi avaliar o gasto energético por calorimetria indireta após o consumo de 500ml de água em jejum de 12 horas.

O resultado foi um aumento da taxa metabólica em 30%, iniciando após 10 minutos e perdurando por 40 minutos, sendo nos homens a principal via de ativação de termogênese pelo metabolismo de gorduras.

A avaliação da termogênese induzida por capsinóide foi positiva após 1 hora e 30 minutos de ingestão da cápsula, quando comparada ao basal. A via de estímulo de TAM por capsinóide envolve outro tipo de TRP, sendo a TRPV1 (*Channels Participate in Peripheral Thermosensation Vanilloid 1*), que é um canal sensorial neuronal presente no trato gastrointestinal e sensível ao estímulo de calor, quando este atinge em torno de 42°C, ou seja, característico da capsaicina e seus análogos (DHAKAL S e LEE Y, 2019).

CONCLUSÃO

O estudo do tecido adiposo marrom na manutenção de peso tem sido promissor em pacientes com obesidade e pós cirurgia bariátrica, uma vez que ele está presente, porém sofre interferências de fatores ambientais, como temperatura; fisiológicos, como ciclo circadiano, qualidade do sono, nível de atividade física e de composição corporal, onde o próprio tecido adiposo branco localizado principalmente na região abdominal pode interferir na homeostase do metabolismo. O uso de capsinóides, mostrou resultado positivo para estímulo da termogênese facultativa, porém ainda não há consenso em relação à dose utilizada, dentre os estudos realizados. A captação das imagens por termografia infravermelha foi positiva, porém, mecanismos de avaliação da imagem precisam ser revistos, uma vez que podem ocorrer perdas de dados. Tendo em vista a relevância do tema, são necessários mais estudos correlacionando fatores inerentes à obesidade com o metabolismo do TAM afim de auxiliar a equipe multiprofissional para melhor conduta.

REFERÊNCIAS

1. ADAMI GF, et al. Adipose Tissue Composition in Obesity and After Bariatric Surgery. *Obesity surgery*. 2019; 1-9.
2. ALPIOVEZZA AR, et al. Pimentas do gênero *Capsicum*: ações farmacológicas e propriedades terapêuticas. *Revista de Fitoterapia*. 2015; 15(2): 121-130.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA (ABESO). Diretrizes Brasileiras de Obesidade. São Paulo: ABESO. 2016; 4.
4. BJØRNDAL B, et al. Different adipose depots: their role in the development of metabolic syndrome and mitochondrial response to hypolipidemic agents. *Journal of obesity*. 2011: 1-15.
5. BOSCHMANN M, et al. Water-induced thermogenesis. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2003; 88(12): 6015-6019.
6. BRASIL S, et al. A systematic review on the role of infrared thermography in the Brown adipose tissue assessment. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*. 2020; 21: 37-44.
7. CALDEIRA TPD, et al. Fatores associados ao reganho de peso após cirurgia bariátrica/Factors associated with weight regain after bariatric surgery. *Brazilian Journal of Health Review*. 2020; 3(1): 883-900.
8. CAMBI MPC, et al. Post-bariatric surgery weight regain: evaluation of nutritional profile of candidate patients for endoscopic argon plasma coagulation. *ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)*. 2015; 28: 40-43.
9. DHAKAL S, LEE Y. Transient receptor potential channels and metabolism. *Molecules and cells*. 2019; 42(8): 569-578.
10. DULLOO AG. The search for compounds that stimulate thermogenesis in obesity management: from pharmaceuticals to functional food ingredients. *Obesity reviews*. 2011; 12(10): 866-883.
11. HANKIR MK, et al. Differential effects of Roux-en-Y gastric bypass surgery on brown and beige adipose tissue thermogenesis. *Metabolism*. 2015; 64(10): 1240-1249.
12. HEENAN KA, et al. Effects of Nutrition/Diet on Brown Adipose Tissue in Humans: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2020; 12(9): 2752.
13. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa do IBGE mostra aumento da obesidade entre adultos. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2020/10/pesquisa-do-ibge-mostra-aumento-da-obesidade-entre-adultos>. Acessado em: 23 de novembro de 2020.

14. JASTI N, et al. Medical applications of Infrared thermography: A narrative review. *Journal of Stem Cells*. 2019; 14(1): 35-53.
15. KULTERER OC, et al. Brown adipose tissue prevalence is lower in obesity but its metabolic activity is intact. *Frontiers in Endocrinology*. 2022; 13: 858417.
16. LEVY SB. Field and laboratory methods for quantifying brown adipose tissue thermogenesis. *American Journal of Human Biology*. 2019, 31(4): e23261.
17. LUCAS RWC, BIOSCHI ML. *Termografia Aplicada à Fisioterapia*. Florianópolis. Editora Rocha. 2016; 126p.
18. MACLEAN PS, et al. The role for adipose tissue in weight regain after weight loss. *Obesity*. 2015; 16: 45-54.
19. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Vigilância de Fatores de Risco Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL). Estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no distrito federal em 2019. 2019; 1: 137p.
20. MORAES MN, et al. Cold-sensing TRPM8 channel participates in circadian control of the brown adipose tissue. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research*. 2017; 1864(12): 2415-2427.
21. MURARO CR, SALDANHA RP. Uma revisão de literatura sobre o uso de termogênicos e seus efeitos no organismo. *Revista Perspectiva: Ciência e Saúde*. 2016; 1(1): 85-96.
22. PAN R, et al. Metabolic improvement via enhancing thermogenic fat-mediated non-shivering thermogenesis: from rodents to humans. *Frontiers in Endocrinology*. 2020; 11: 633.
23. PAULUS A, et al. Brown adipose tissue uptake of triglyceride-rich lipoprotein-derived fatty acids in diabetic or obese mice under different temperature conditions. *EJNMMI research*. 2020; 10(1): 1-11.
24. PREMKUMAR LS. Transient receptor potential channels as targets for phytochemicals. *ACS chemical neuroscience*. 2014; 5(11): 1117-1130.
25. SAARI TJ, et al. Basal and cold-induced fatty acid uptake of human brown adipose tissue is impaired in obesity. *Scientific Reports*. 2020; 10(1): 14373.
26. SAITO M, YONESHIRO T. Capsinoids and related food ingredients activating brown fat thermogenesis and reducing body fat in humans. *Current opinion in lipidology*. 2013; 24(1): 71-77.
27. SAITO M. Brown adipose tissue as a regulator of energy expenditure and body fat in humans. *Diabetes & metabolism journal*. 2013; 37(1): 22-29.
28. SINGH R, et al. Human Brown Adipose Tissue and Metabolic Health: Potential for Therapeutic Avenues. *Cells*. 2021; 10(11): 3030.
29. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIRURGIA BARIÁTRICA E METABÓLICA (SBCBM). 2015. O perigo da obesidade e doenças associadas ao excesso de peso. Disponível em: <https://www.sbcm.org.br>. Acessado em: 20 de janeiro de 2021.
30. SUCHACKI KJ, STIMSON R. Nutritional Regulation of Human Brown Adipose Tissue. *Nutrients*. 2021; 13: 1748.
31. SUN L, et al. Brown adipose tissue: multimodality evaluation by PET, MRI, infrared thermography, and whole-body calorimetry (TACTICAL-II). *Obesity*. 2019; 27(9): 1434-1442.
32. WHITING S, et al. Capsaicinoids and capsinoids. A potential role for weight management? A systematic review of the evidence. *Appetite*. 2012; 59(2): 341-348.
33. YONESHIRO T, et al. Nonpungent capsaicin analogs (capsinoids) increase energy expenditure through the activation of brown adipose tissue in humans. *The American journal of clinical nutrition*. 2012; 95(4): 845-850.
34. ZHENG J, et al. Dietary capsaicin and its anti-obesity potency: from mechanism to clinical implications. *Bioscience reports*. 2017; 37(3): BSR20170286.
35. ZSIBORÁS C, et al. Capsaicin and capsiate could be appropriate agents for treatment of obesity: A meta-analysis of human studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2018; 58(9): 1419-1427.