

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ADRIANA MITIEIDA

TECARTERAPIA NA ADIPOSIDADE ABDOMINAL

CURITIBA

2024

ADRIANA MITIE IDA

**TECARTERAPIA NA ADIPOSIDADE ABDOMINAL
TECARTHERAPY IN ABDOMINAL ADIPOSITY**

Dissertação de mestrado apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Área de Concentração: Engenharia Biomédica. Linha de Pesquisa: Engenharia clínica e Gestão.
Orientadora: Adriana Maria Wan Stadnik
Coorientador: Eduardo Borba Neves.

CURITIBA

2024



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



ADRIANA MITIE IDA

TECARTERAPIA NA ADIPOSIDADE ABDOMINAL

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ciências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Engenharia Biomédica.

Data de aprovação: 14 de Novembro de 2023

Dra. Adriana Maria Wan Stadnik, Doutorado - Universidade

Tecnológica Federal do Paraná Dra. Leandra Ulbricht, Doutorado -

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Viviane Magas Bittencourt De Camargo, Doutorado - Faculdades Opet

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 14/11/2023.

Dedico esse trabalho ao meu filho Miguel
Ao Junior meu maior incentivador na vida e em meus estudos.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Adriana Maria Wan Stadnik, por toda sua paciência, apoio, incentivo e, sobretudo, por acreditar no meu potencial para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu coorientador, Prof.^o Dr.^o Eduardo Borba Neves, por todo auxílio, contribuição e ensinamentos nessa jornada.

Ao Prof.^o Dr.^o Wagner Ripka pela contribuição para a construção desse trabalho.

Aos Professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelos ensinamentos compartilhados.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação da UTFPR com quem tive a oportunidade de trocar ideias e acrescentar à minha pesquisa.

A empresa HTM, representada pela Fernanda Barros, pelo empréstimo do equipamento Tecare viabilizando a realização dessa pesquisa.

A Dr.^a Ana Maria Trotta pelo auxílio na realização dos exames de RM.

A Clínica de Imagem CIMAD, representada pela Andréia, que viabilizou a realização dos exames de RM.

Aos meus pais, por toda paciência, apoio e cuidado com os meus filhos durante todo o período de realização desse trabalho.

A minha família, amigos, colegas de profissão e pacientes pela paciência, apoio e incentivo durante todo o desenvolvimento desse trabalho.

Ao Junior, uma pessoa muito especial que sempre me apoiou e não me deixou desistir nos momentos mais difíceis.

As minhas queridas amigas Lia e Silmara pelo apoio e ajuda no recrutamento e agendamento das participantes.

Às participantes da pesquisa que não mediram esforços para concluírem todas as etapas desse trabalho.

RESUMO

A obesidade central é uma das principais causas de doenças cardiovasculares no Brasil e no mundo. E mulheres de meia-idade alteram sua composição corporal ao entrarem no período da perimenopausa (pré-menopausa), devido as alterações hormonais, sedentarismo e dieta desequilibrada. Com isso acumulam adiposidade localizada na região abdominal aumentando a incidência de doenças crônicas. Existem os recursos cirúrgicos que podem reduzir a adiposidade localizada. Contudo, o custo é elevado, necessita de tempo de recuperação e possui riscos inerentes à técnica cirúrgica utilizada. Devido a isso, a procura por recursos terapêuticos que objetivam reduzir a adiposidade abdominal de forma não invasiva tem aumentado. Dentre os vários recursos existentes, a Tecarterapia é uma das modalidades não invasivas que vem crescendo, já que os estudos na área estão aumentando nos últimos anos. Tendo em vista as poucas, contudo recentes evidências encontradas, possibilitando uma atuação inovadora, esta pesquisa teve como objetivo desenvolver um protocolo de tratamento baseado na Tecarterapia para redução da adiposidade localizada abdominal em mulheres de meia-idade. Participaram do estudo 23 mulheres saudáveis com idades entre 40 e 55 anos, com IMC abaixo de 30 Kg/h² e que não entraram na menopausa. Foram realizadas duas avaliações uma no início do tratamento e outra no final. Na avaliação foram coletados dados antropométricos e realizada a perimetria em quatro pontos na região abdominal, mensuração da espessura do tecido adiposo por meio do ultrassom e plicometria. E em duas participantes foi realizada uma avaliação com o exame de Ressonância Magnética para mensurar a espessura do tecido adiposo no abdômen. As voluntárias receberam seis aplicações da Tecarterapia uma vez por semana com a combinação das ponteiras capacitiva e resistiva durante 40 minutos. Os resultados mostraram redução da circunferência abdominal ($p < 0,05$) e da espessura da camada adiposa subcutânea ($p < 0,05$). O resultado foi potencializado naquelas que praticavam atividade física três ou mais vezes na semana. Pode-se concluir que a Tecarterapia utilizada com a combinação das ponteiras capacitiva e resistiva é efetiva para o tratamento de redução de gordura abdominal localizada.

Palavras-chave: transferência elétrica; gordura abdominal; radiofrequência; capacitiva e resistiva.

ABSTRACT

Central obesity is one of the main causes of cardiovascular diseases in Brazil and worldwide. And middle-aged women change their body composition when they enter the perimenopause (pre-menopause) period, due to hormonal changes, a sedentary lifestyle and an unbalanced diet. As a result, they accumulate adiposity located in the abdominal region, increasing the incidence of chronic diseases. There are surgical resources that can reduce localized adiposity. However, the cost is high, requires recovery time and has risks inherent to the surgical technique used. Due to this, the search for therapeutic resources that aim to reduce abdominal adiposity in a non-invasive way has increased. Among the various existing resources, Tecartherapy is one of the non-invasive modalities that has been growing, as studies in the area have increased in recent years. Given the few, but recent, evidence found, enabling innovative action, this research aimed to develop a treatment protocol based on Tecartherapy to reduce localized abdominal adiposity in middle-aged women. The study included 23 healthy women aged between 40 and 55 years, with a BMI below 30 kg/h² and who had not entered menopause. Two assessments were carried out, one at the beginning of treatment and another at the end. During the evaluation, anthropometric data were collected and perimetry was performed at four points in the abdominal region, measuring the thickness of the adipose tissue using ultrasound and plycometry. And in two participants, an evaluation was carried out using a Magnetic Resonance Imaging exam to measure the thickness of the adipose tissue in the abdomen. The volunteers received six applications of Tecartherapy once a week with a combination of capacitive and resistive tips for 40 minutes. The results showed a reduction in abdominal circumference ($p < 0.05$) and the thickness of the subcutaneous adipose layer ($p < 0.05$). The result was enhanced in those who practiced physical activity three or more times a week. It can be concluded that Tecartherapy used with the combination of capacitive and resistive tips is effective for the treatment of localized abdominal fat reduction.

Keywords: electrical transfer; abdominal fat; radiofrequency; capacitive and resistive.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação da localização da gordura subcutânea e gordura visceral.....	21
Figura 2 – Representação das subcamadas da hipoderme. A) camada areolar; B) camada lamelar.....	23
Figura 3 – Fluxograma	43
Figura 4 – Captação da imagem da espessura da camada adiposa com ultrassom portátil Body Metrix BX 2000.....	60
Figura 5 – Medidas do Software.....	61
Figura 6 – Aparelho Tecare HTM.....	62
Figura 7 – Maca preparada	62
Figura 8 – Tela de parâmetros.....	63
Figura 9 – Demarcação da área tratada	63
Figura 10 – Placa dispersiva com creme Glyceral e local de colocação da placa dispersiva	64
Figura 11 – Aplicadores capacitivo e resistivo e aplicação Tecarterapia no abdomen	64
Quadro 1 – Protocolo de Tratamento da Tecarterapia	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Total e percentual de países	27
Tabela 2 – Revistas publicadas.....	28
Tabela 3 – Publicações conforme ano	28
Tabela 4 – Tipos de ultrassom e associações	30
Tabela 5 – Relação número de sessões e tipo de ultrassom	32
Tabela 6 – Parâmetros e reduções com avaliação até 1 mês de tratamento ...	33
Tabela 7 – Qualidade metodológica	41
Tabela 8 – Características das amostras	43
Tabela 9 – Efeitos da Tecarterapia em tecidos sintomáticos	51
Tabela 10 – Efeitos da Tecarterapia em tecidos assintomáticos	62
Tabela 11 – Análise comparativa das variações antropométricas de mulheres, antes e depois do período de tratamento com Tecarterapia.....	70
Tabela 12 – Análise comparativa das variáveis antropométricas, antes e depois, da aplicação com Tecarterapia de 12 mulheres sedentárias ou que praticavam atividade física até três vezes/semana	71
Tabela 13 – Análise comparativa das variáveis antropométricas, antes e depois, da aplicação com Tecarterapia de 11 mulheres praticantes de atividade física mais de três vezes por semana	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESO	Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica
AMPc	Adenosina Monofosfato Cíclico
ASCs	Células-tronco Adiposas
CAP	Ponteira Capacitiva
DIU	Dispositivo intrauterino
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EVA	Escala Visual Analógica
HDL	Lipoproteína de Alta Densidade
HIFU	Ultrassom Focalizado de Alta Intensidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMC	Índice de Massa Corporal
Kg	Quilo
KHz	Kilohertz
LDL	Lipoproteína de Baixa Densidade
LHS	Hormônio Lipase Sensível
LPL	Lipoproteína Lipase
m	metro
MHz	Mega-hertz
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan Americana da Saúde
RES	Ponteira Resistiva
RF	Radiofrequência
TAGs	Triglicerídeos
TCUISV	Termo de Consentimento para uso da imagem e som de voz
US	Ultrassom
W	Wats

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Justificativa	15
1.2	Hipótese	15
1.3	Objetivos	15
1.4	Estrutura da dissertação	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Hipoderme ou tecido subcutâneo	18
2.2	Alterações no organismo feminino no processo de envelhecimento	23
2.3	Recursos eletrofísicos	26
2.3.1	Ultrassom no tratamento da gordura localizada.....	27
2.3.2	Efeitos da Tecarterapia nos tecidos corporais: Uma revisão sistemática	38
3	METODOLOGIA	57
3.1	Tipos de estudo e amostra	57
3.2	Crterios de inclusão e exclusão	58
3.3	Coleta de dados	58
3.3.1	Aplicação do protocolo de tratamento.....	61
3.4	Análise dos dados	55
4	RESULTADOS	66
4.1	Protocolo biomédico para redução da adiposidade abdominal localizada em mulheres de meia-idade	66
4.2	Análise da aplicação do protocolo biomédico para redução da adiposidade abdominal localizada em mulheres de meia-idade	70
5	DISCUSSÃO	74
6	CONCLUSÃO	82
	REFERÊNCIAS	83
	APÊNDICE A - Texto divulgação para recrutamento nas redes sociais	102
	APÊNDICE B - Ficha de avaliação	104
	APÊNDICE C - Publicação A - Ultrassom no tratamento da gordura localizada	107
	APÊNDICE D - Publicação B – Tecartherapy in abdominal adiposity	116
	APÊNDICE E - Publicação C – Effects of Tecartherapy on Body Tissues: a systematic reiew	121
	ANEXO A – QUESTIONÁRIO NUTRICIONAL	139
	ANEXO B – QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA	143
	ANEXO C – ESCALA DE SCHLIEPHAKE	146

1 INTRODUÇÃO

A obesidade tem crescido exponencialmente no Brasil e em vários países do mundo, tornando-se um grave problema de saúde pública mundial. Mais de um bilhão de adultos estão acima do peso, destes 500 milhões são considerados obesos (OMS, 2022). Já no Brasil existem cerca de 96 milhões de adultos obesos. Dados da Pesquisa Nacional de Saúde 2019, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostra que o número de obesos mais que dobrou no período entre 2003 e 2019, passou de 12,2% para 26,8% (OMS, 2022; OPAS, 2022; FERNANDES et al., 2023). O sobrepeso atinge 60,3% da população acima de 18 anos, o que corresponde a 96 milhões de pessoas, sendo 62,6% atingindo a população feminina (OMS, 2022; FERNANDES et al., 2023).

O sobrepeso e, também, o acúmulo de gordura abdominal estão diretamente relacionados ao aumento do índice de morbidade e de doenças crônicas como hipertensão, diabetes mellitus tipo II, dislipidemia e doenças cardiovasculares (DE OLIVEIRA et al., 2017; LOUREIRO et al., 2020; MALANCHEN et al., 2020; EJEÇÃO et al., 2021; CHEN et al., 2021; FERNANDES et al., 2023).

A distribuição da gordura corporal determina o risco cardiovascular em indivíduos com peso normal, com sobrepeso e moderadamente obesos (FOGAÇA et al., 2019; MALANCHEN et al., 2020; DE OLIVEIRA et al., 2022). O tecido adiposo localizado na região abdominal tem se mostrado patogênico podendo levar a distúrbios metabólicos (CHEN et al., 2021; DE OLIVEIRA et al., 2022).

A composição corporal individual é influenciada pelos hormônios sexuais. As mulheres acumulam gordura na parte inferior do corpo (gordura glúteofemoral), devido aos hormônios estrogênicos. Com isso as mulheres são protegidas de doenças cardiovasculares durante a fase reprodutiva. Já os homens tendem a acumular gordura na região abdominal, apresentando mais fatores de risco para doenças cardiovasculares, como hipertensão, tabagismo, etilismo e sedentarismo (MALANCHEN et al., 2020; DEGHAN et al., 2021; DE OLIVEIRA et al., 2022).

A diferença entre os sexos tende a se nivelar a partir dos 50 anos na mulher, fase que coincide com a transição da menopausa. Na perimenopausa (fase pré menopausa) há importante redução dos hormônios estrógenos levando as mulheres a acumularem gordura na região abdominal, elevando os riscos para as doenças

crônicas nesta fase da vida (DADA et al., 2018; MANAGEMENT et al., 2019; DEHGHAN et al., 2021). As alterações na composição corporal associadas ao aumento da idade consistem em incremento da adiposidade e perda de massa óssea e muscular. (ASSUNÇÃO et al., 2013; BARROSO et al., 2017; DE OLIVEIRA et al., 2017; COSTA et al., 2022; OBESAS e LU, 2023).

As mulheres possuem uma tendência a acumular gordura na região abdominal pelas gestações e alterações hormonais. Além disso, o processo de envelhecimento ocasiona um declínio do hormônio do crescimento, da taxa metabólica basal e da redução natural do nível de atividade física, além do declínio da adoção dos hábitos saudáveis na alimentação, aumentando, desta forma, a redistribuição progressiva da gordura; assim, as mulheres passam a acumular mais gordura abdominal alterando seu biotipo corporal (GONÇALVES et al., 2016; BARROSO et al., 2017; DE OLIVEIRA et al., 2017; COSTA et al., 2022; OBESAS e LU, 2023).

Adicionalmente, as mulheres tendem a focar mais na imagem corporal do que os homens. A estima corporal tende a declinar em mulheres de meia-idade e existe uma relação direta entre qualidade de vida e satisfação corporal nesta fase da vida. Algumas pesquisas sugerem que a perimenopausa está associada à estima negativa do corpo afetando a qualidade de vida (SILVA et al., 2018; DEHGHAN et al., 2021; GOICOCHEA et al., 2022).

Durante a transição da menopausa as mulheres passam por mudanças físicas, hormonais e psicossociais simultâneas. Fisicamente, existe uma tendência ao declínio no estado de saúde em decorrência do aparecimento das doenças crônicas associadas ao envelhecimento (DADA et al., 2018; SILVA et al., 2018; GOICOCHEA et al., 2022). A autopercepção negativa está ligada à presença de comorbidades e o fato de que elas podem trazer limitações para atividades cotidianas e para o autocuidado (OLCHOWSKA-KOTALA, 2017; SILVA et al., 2018; DEHGHAN et al., 2021; GOICOCHEA et al., 2022).

Evidências acumuladas nos últimos anos mostram que as condutas não medicamentosas, como adesão a programas de exercícios físicos e alimentação adequada, constituem-se em estratégias iniciais para controlar o peso, prevenir e controlar doenças cardíacas, diabetes tipo II e câncer (CHEN et al., 2021; ZANINA et al., 2023).

Relativamente aos possíveis tratamentos a serem realizados nesta faixa etária, a adiposidade localizada pode ser tratada conservadoramente ou cirurgicamente. No caso dos tratamentos cirúrgicos, a partir da utilização de lipoaspiração ou abdominoplastia. No entanto, a cirurgia plástica requer anestesia e necessita de tempo de recuperação. Além do alto custo, possui riscos inerentes à técnica cirúrgica utilizada (MUTTI et al., 2017; CHI et al., 2018; MEYER et al., 2018; WILKERSON et al., 2018; AUGUSTO e CONCEIÇÃO, 2023). A lipoaspiração e abdominoplastia são as intervenções que descrevem maiores intercorrências e complicações. A fibrose, o edema intenso e a equimose são as intercorrências que representam um grande desafio ao profissional que cuidará do pós-operatório, prolongando, também, o tempo e os custos com a recuperação do paciente (CHI et al., 2018; MUTTI et al., 2017; CHI et al., 2021; AUGUSTO e CONCEIÇÃO, 2023).

No caso dos tratamentos conservadores, que objetivam ativar a lipólise reduzindo a adiposidade abdominal de forma não invasiva, pode-se citar: uso de dermocosméticos, eletrolipólise, criolipólise, ondas de choque (VALENTIM DA SILVA et al., 2013; MUTTI et al., 2017; QIN et al., 2020; NIKOLIS e ENRIGHT, 2021), equipamentos de radiofrequência (AUH et al., 2018; VALENTIM DA SILVA et al., 2022; KIEDROWICZ et al., 2022), diferentes tipos de ultrassom (AUH et al., 2018; DA SILVA SIQUEIRA e MAIA, 2019; HONG et al., 2020; IDA et al., 2020; KIEDROWICZ et al., 2022).

A Tecarterapia é um recurso muito utilizado em disfunções reumatológicas, urológicas masculinas e femininas, lesões desportivas, pós-operatório, algias, distúrbios linfáticos, reparo tecidual, entre outros. Adicionalmente, é utilizada como um dos recursos não invasivos para a redução da flacidez tissular e adiposidade localizada, porém tem sido pouco relatada na literatura como um recurso efetivo para as disfunções do tecido conjuntivo e adiposo (VINCENT, 2020; MONARETTI et al., 2021; REGO MAIA et al. 2021; MEYER et al., 2022). Tendo em vista as poucas, contudo recentes evidências encontradas, possibilitando uma atuação inovadora, este estudo tem como objetivo estudar o uso de um protocolo de tratamento baseado na Tecarterapia para redução da adiposidade localizada abdominal em mulheres de meia-idade.

1.1 Justificativa

Nas mulheres de meia-idade o acúmulo de gordura localizada se concentra na região abdominal podendo levar às doenças crônicas (ASSUNÇÃO et al., 2013; GONÇALVES et al., 2016; BARROSO et al., 2017; DE OLIVEIRA et al., 2017; CHEN et al., 2021; GOICOCHEA et al., 2022). Mulheres no período da perimenopausa, além de acumular gordura localizada, tendem a ter sua autoestima baixa, pela modificação na imagem corporal sofrida pela ação hormonal que ocorre nesta fase (SILVA et al., 2018; OLCHOWSKA-KOTALA, 2018; GOICOCHEA et al., 2022). Com isso recorrem a recursos para auxiliar na redução da adiposidade localizada abdominal.

O uso de métodos não invasivos de baixo custo e mais seguros vem crescendo atualmente. Os procedimentos não invasivos registraram um aumento de 10,4% em relação aos procedimentos cirúrgicos, que tiveram um leve aumento de 0,6% (ISAPS, 2021).

Existem variados recursos não invasivos que auxiliam na redução do tecido adiposo. A Tecarterapia é uma tecnologia muito utilizada na Europa para tratamentos de doenças ortopédicas (YOKOTA et al., 2018; BITO et al., 2019), reumatológicas (PAOLUCCI et al., 2019; KUMARAN e WATSON, 2020) e musculoesqueléticas (DUNABEITIA et al., 2018; TASHIRO et al., 2020; VINCENT, 2020). Esta tecnologia chega ao Brasil com uma proposta de tratamento para redução do tecido adiposo (KWON et al. 2019; REGO MAIA et al., 2021; MEYER et al., 2022), porém com poucos estudos e com baixo nível de evidência científica (VINCENT, 2020; REGO MAIA et al., 2021).

1.2 Hipótese

A utilização da Tecarterapia é eficaz no tratamento para redução de gordura localizada abdominal em mulheres de meia-idade.

1.3 Objetivos

O objetivo geral deste estudo é desenvolver um protocolo de tratamento para redução da adiposidade localizada abdominal em mulheres de meia-idade.

Como objetivos específicos pretende-se:

- a) Testar o protocolo desenvolvido;

b) Aferir circunferência e a espessura da camada adiposa na região abdominal;

1.4 Estrutura da dissertação

Esta pesquisa está organizada em sete capítulos. No primeiro capítulo, é apresentada a introdução, justificativa, hipótese, objetivos e a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo, apresenta-se a fundamentação teórica deste trabalho, que contempla temas sobre a estrutura da hipoderme já que é o local de aplicação da Tecarterapia - a tecnologia que é o objeto do estudo. Neste capítulo ainda, tratar-se das alterações que o organismo da mulher, especialmente a mulher de meia-idade sofre, assim como os recursos eletrofísicos que podem auxiliar na redução da adiposidade, uma vez que a Tecarterapia é considerada um recurso eletrofísico. Apresenta-se, adicionalmente, as publicações com os recursos eletrofísicos desenvolvidos pela equipe de pesquisa durante o estudo.

No capítulo três, descreve-se a metodologia adotada para o desenvolvimento desta dissertação, que inclui o tipo de estudo realizado, caracterização da amostra, critérios de inclusão e exclusão e coleta de dados. Nesta seção descreve-se ainda o protocolo aplicado assim como sua análise foi realizada. Já no capítulo quatro, apresenta-se os resultados obtidos após a aplicação da Tecarterapia.

O capítulo cinco apresenta a discussão dos principais resultados da dissertação; ao passo que o capítulo seis evidencia as conclusões obtidas com o desenvolvimento deste estudo. E por fim, apresenta-se as referências utilizadas para fundamentação teórica do presente trabalho.

Dentre os apêndices, constam três artigos publicados. O primeiro artigo foi publicado em 2020, nos Anais do I Congresso Brasileiro Interdisciplinar de Ciência e Tecnologia e se refere a uma bibliometria sobre os diferentes tipos de ultrassom para o tratamento de redução da gordura localizada abdominal (APÊNDICE C). O segundo artigo foi publicado em 2023, nos Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, e se refere a um estudo realizado com a tecnologia Tecarterapia em 23 mulheres para redução da adiposidade localizada abdominal (APÊNDICE D). E por

fim, o terceiro artigo é uma revisão sistemática sobre Tecarterapia e foi publicado no Journal of Biomedical Science and Engineering (APÊNDICE E).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Apresenta-se neste capítulo a hipoderme como a terceira camada do sistema tegumentar, logo abaixo da pele (epiderme e derme) e acima da aponeurose muscular. Camada rica em células que armazenam gordura, conhecida como adipócitos (FRIGOLET e GUTIÉRREZ-AGUILAR, 2020; NETO et al., 2022).

2.1 Hipoderme ou tecido subcutâneo

O tecido subcutâneo ou hipoderme é formado por tecido adiposo e tecido conjuntivo frouxo. O tecido conjuntivo une a pele aos tecidos mais profundos, como músculos e ossos e confere adesão aos órgãos e sistemas (ARDA et al., 2014; CUNHA et al., 2014; BORGES e SCORZA, 2016; LOSQUADRO, 2017). O tecido adiposo é composto principalmente por adipócitos maduros (~ 65-90% em volume) e uma porção vascular do estroma composto por células-tronco adiposas (ASCs), fibroblastos, células endoteliais e células imunes como macrófagos, neutrófilos, linfócitos T e B, eosinófilos, mastócitos, natural killer, entre outras (ZWICK et al., 2018; BLAIR et al., 2019; DE CARVALHO et al., 2019; VIDAL e STANFORD, 2020; MICHAILIDOU et al., 2022).

Este tecido contém a gordura subcutânea, fáscia superficial, vasos sanguíneos perfurantes e nervos. É o maior reservatório de energia do corpo por apresentar alta densidade de energia e é pouco hidratado, desempenhando papel fundamental na termorregulação. O tecido adiposo ainda está envolvido na modulação de respostas imunológicas e endócrinas (fazendo a conversão de hormônios sexuais), que são importantes para homeostase energética e metabólica (CUNHA et al., 2014; BORGES e SCORZA, 2016; LOSQUADRO, 2017; BLAIR et al., 2019; MURAWSKA-CIAŁOWICZ, 2017; DE CARVALHO et al., 2019; OU et al., 2022; NETO et al., 2022).

Outras funções da hipoderme referem-se à regulação dos processos fisiológicos como dimorfismo sexual, imunidade, reprodução, adipogênese, angiogênese, reestruturação da matriz extracelular, metabolismo de esteróides, hemostasia e manutenção da temperatura corporal. A execução dessas funções depende da localização dos tipos de células que compõem o tecido adiposo (MURAWSKA-CIAŁOWICZ, 2017; ZWICK et al., 2019; FRIGOLET e GUTIÉRREZ-AGUILAR, 2020; VARGHESE et al., 2021).

Nos mamíferos, existem dois tipos principais de tecido adiposo: tecido adiposo marrom (BAT) e tecido adiposo branco (WAT) (ZWICK et al., 2018; VARGHESE et al., 2021; OU et al., 2022; MICHAILIDOU et al., 2022; NETO et al., 2022). Alguns estudos acrescentam o tecido adiposo rosa, amarelo (NETO et al., 2022) e bege (MOREIRA-PAIS et al., 2020; FRIGOLET e GUTIÉRREZ-AGUILAR, 2020; NETO et al., 2022; OU et al., 2022). O tecido adiposo adquire cor rosa na gravidez e lactação nas células alveolares. Os adipócitos amarelos combinam características dos adipócitos brancos com o marrom e se localizam inicialmente em cavidades trabeculares, regulando a hematopoiese e a massa óssea (NETO et al., 2022). Os adipócitos bege são formados por alguns estímulos, como frio, ativação simpática e exercícios. São constituídos por gotículas multiloculares com grande número de mitocôndrias. São derivadas dos adipócitos brancos com uma morfologia e função semelhante a gordura marrom. Esses adipócitos possuem papel importante para a termogênese e está relacionado com o processo de lipólise. (MOREIRA-PAIS et al., 2020; FRIGOLET e GUTIÉRREZ-AGUILAR, 2020; VIDAL e STANFORD, 2020; NETO et al., 2022; OU et al., 2022).

A cor dos adipócitos é fornecida pelo conteúdo lipídico. O WTA é o armazenamento lipídico predominante e está envolvido em várias respostas imuno endócrinas. Sua função primária é o armazenamento de energia. A energia é armazenada por adipócitos maduros na forma de triglicerídeos (TAGs) como uma única gota lipídica grande e esférica e com poucas mitocôndrias. Armazena lipídios que podem ser liberados como ácidos graxos quando a mobilização de estoques de energia é necessária, como nas condições de jejum e exercícios (FRIGOLET e GUTIÉRREZ-AGUILAR, 2020; NETO et al., 2022; OU et al., 2022).

Nos adipócitos, a adipogênese e a lipólise são controlados principalmente pela via hormonal. níveis elevados de insulina circulante interrompem a degradação da gordura e estimulam a síntese de gordura durante a alimentação (adipogênese), enquanto a sinalização das catecolaminas estimula a degradação lipídica durante o jejum ou exercício (lipólise) (CAMELO, 2022; CHO et al., 2023; LI et al., 2023).

A lipogênese é um conjunto de processos metabólicos responsáveis pela síntese, agregação e armazenamento dos TAGs no fígado e tecido adiposo, principalmente. Esse processo é regulado por fatores nutricionais, hormonais e genéticos dependendo de cada indivíduo. O processo de síntese de TAGs necessita de glicerol-3-P, proveniente de três fontes metabólicas: (1) glicose; (2) glicerol

produzido no processo de lipólise e (3) captação de glicerol guiado pela aquagliceroporina. O aumento de insulina no sangue após a ingestão alimentar ativa a lipogênese. A insulina induz a produção da lipoproteína lipase (LPL), aumentando a entrada de glicose no adipócito, estimulando o metabolismo a produzir glicerol-3-P. (LEHNINGER et al., 2010; TASSINARY et al., 2019; CHO et al., 2023). A LPL, estimulada pela insulina, converte os ácidos graxos dos quilomícrons e das lipoproteínas de densidade muito baixa em ácidos graxos livres (AGL) que serão transportados para o interior do adipócito (LEHNINGER et al., 2010; TASSINARY et al., 2019; CAMELO, 2022; CHO et al., 2023).

A lipólise é ativada quando há déficit de energia (exercícios ou jejum). Os TAGs armazenados no adipócito são hidrolisados, liberando AGL e glicerol para corrente sanguínea. A lipólise é regulada pelos hormônios adrenérgicos, as catecolaminas (noradrenalina e adrenalina), grelina, hormônio do crescimento, testosterona, cortisol e citocinas. As catecolaminas se ligam aos receptores β -adrenérgicos, que sinalizam para a adenilato ciclase produzir AMP cíclico (AMPc) no interior do adipócito, que ativa a proteína quinase A. As lipases, são ativadas pela proteína quinase e iniciam o processo de lipólise. Quando os AGL estão na corrente sanguínea são carreados pela albumina para outros tecidos, estando disponível para a oxidação e síntese de ATP (LEHNINGER et al., 2010; WRONSKA e KMIEC, 2014; TASSINARY et al., 2019; CHO et al., 2023; LI et al., 2023).

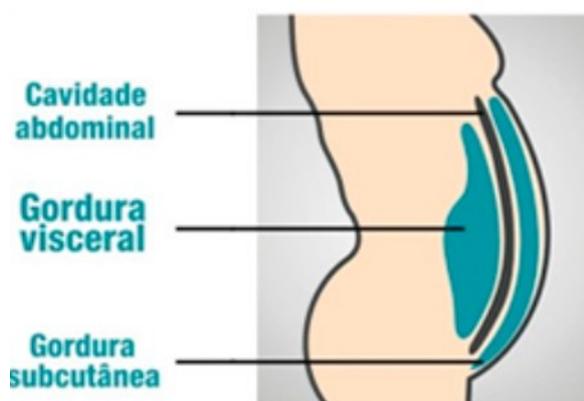
O WAT também influencia em outros processos biológicos como angiogênese, regulação da pressão arterial, coagulação sanguínea e imunidade. As funções reguladoras do WAT ocorrem pela secreção de hormônios e citocinas chamadas de adipocinas que atuam a nível local e sistêmico, regulando o apetite, o balanço energético e a sensibilidade à insulina (WRONSKA e KMIEC, 2014; TASSINARY et al., 2019).

O WAT pode ser subdividido em dois depósitos diferentes com funções distintas com base na localização anatômica: visceral e subcutâneo (VIDAL e STANFORD, 2020; CORVERA et al., 2022). O WAT subcutâneo está localizado logo abaixo da pele e pode ser dividido em parte inferior do corpo compreendida por depósitos de gordura nos glúteos e pernas, e na parte superior do corpo compreendida pela região abdominal anterior. Esses locais de WAT subcutâneo se adaptam de maneira diferente ao mesmo estímulo. Na obesidade, os adipócitos da região inferior

tendem a expandir via hiperplasia, enquanto os adipócitos da parte superior do corpo se expandem via hipertrofia. O aumento dos adipócitos dessa região do corpo está relacionado com redução da sensibilidade a insulina e diminuição da tolerância a glicose (FRIGOLET e GUTIÉRREZ-AGUILAR, 2020; VIDAL; STANFORD, 2020; MICHAİLIDOU et al., 2022).

Além da função principal de homeostase energética, o WAT subcutâneo possui outras funções como formar uma barreira contra infecções dérmicas, evita perda de calor e protege contra choques mecânicos (ZWICK et al., 2018; MICHAİLIDOU et al., 2022; MOREIRA-PAIS et al., 2020; VARGHESE et al., 2021; OU et al., 2022).

Figura 1 Representação da localização da gordura subcutânea e gordura visceral



Fonte: Merlin (2023)

Já o WAT visceral envolve os órgãos internos e está localizado na região intra-abdominal (omental e mesentérica) e área cardíaca. Esse tecido está associado à resistência insulínica, inflamação e disfunção miocárdica (ZWICK et al., 2018; MICHAİLIDOU et al., 2022; MOREIRA-PAIS et al., 2020; VARGHESE et al., 2021; OU et al., 2022). A distribuição dessa gordura varia de acordo com o biotipo morfológico do indivíduo, sexo e idade (CUNHA et al., 2014; BORGES e SCORZA, 2016; NETO et al., 2022).

O tecido adiposo marrom é considerado como gordura para sobrevivência, mais presente nos recém-nascidos e no homem adulto sua presença é em menor quantidade. Este tecido está localizado na vasculatura cervical, supraclavicular, axilar, peri renal, peri aórtico, inguinal e pericárdio. Funciona como produtor de calor por apresentar grande número de mitocôndrias (organelas celulares responsáveis pela

respiração celular para obtenção de energia) e contém gotículas lipídicas multiloculares (CUNHA et al., 2014; ZWICK et al., 2018; BLAIR., et al., 2019; FRIGOLET e GUTIÉRREZ-AGUILAR, 2020; VARGHESE et al., 2021). A exposição ao frio e a alimentação excessiva aumenta a atividade e o tamanho desses adipócitos. Na exposição ao frio o BAT é responsável por manter a temperatura corporal por meio da termogênese sem tremores (FRIGOLET e GUTIÉRREZ-AGUILAR, 2020; MOREIRA-PAIS et al., 2020; OU et al., 2022). Além da regulação termogênica, o BAT também secreta hormônios, fatores de crescimento (fator de crescimento 21 e betatrofina) e pode estar envolvido na regulação do peso corporal e equilíbrio energético (FRIGOLET e GUTIÉRREZ-AGUILAR, 2020; MOREIRA-PAIS et al., 2020; NETO et al., 2022).

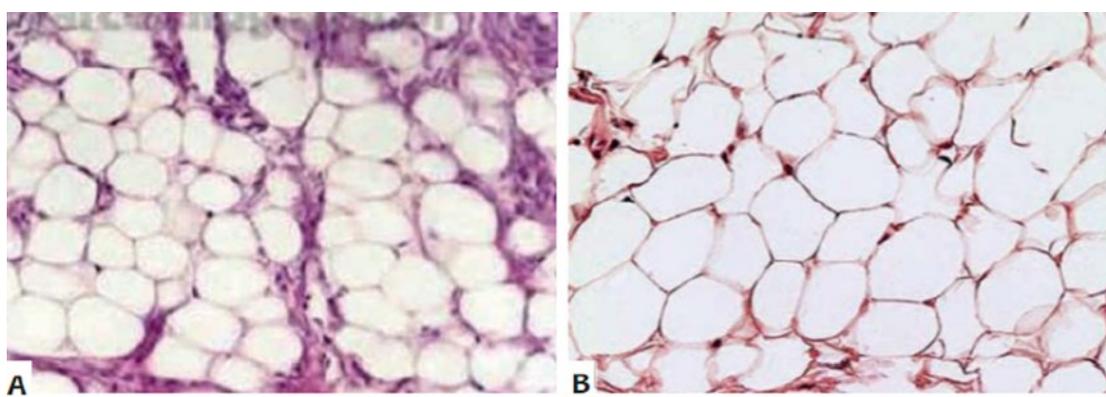
O tecido adiposo pode expandir por dois mecanismos diferentes: hiperplasia ou hipertrofia. A hiperplasia do tecido adiposo ocorre principalmente durante o desenvolvimento e resulta no aumento do número de adipócitos. Acontece quando o limite de expansão do adipócito é superado e ainda é necessário armazenar TGAs, ocorre a adipogênese por um processo de diferenciação dos pré-adipócitos em adipócitos, aumentando a quantidade de células de gordura, portanto, o aumento no número de adipócitos. Já a hipertrofia acontece após o desenvolvimento e depende da capacidade dos adipócitos existentes de capturar e reter lipídios circulantes. Ocorre quando há um desequilíbrio entre consumo alimentar, gasto energético e hormônios, há um aumento no tamanho do adipócito, que se expande, aumentando seu volume para armazenar TGAs (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2013; TASSINARY et al., 2019; VIDAL e STANFORD, 2020; CORVERA et al., 2022).

O tecido adiposo subcutâneo é composto por duas camadas: a camada areolar (superficial) e a camada lamelar (profunda). O tecido adiposo superficial é formado por lóbulos gordurosos entremeados por septos fibrosos e se apresenta com distribuição uniforme em todo o tecido. Esses septos são compostos por fibras elásticas e colágenas, bem definidos e orientados perpendicularmente em direção à superfície e fortemente ancorados à derme. Apresentam ainda grande vascularização por uma rede capilar. O tecido areolar ou superficial recobre o corpo todo e no ganho de peso aumenta sua espessura (CUNHA et al., 2014; ZWICK et al., 2018).

A camada lamelar ou profunda difere pela aparência, apresentando lóbulos de gordura maiores, achatados e menos definidos, com septos fibrosos menos evidentes, orientados obliquamente e conectados à camada membranosa da fáscia

profunda dos músculos da parede abdominal. É uma camada extremamente frágil e pouco aderente, com pouca vascularização, o que caracteriza como área de alta deposição lipídica. Essa gordura localiza-se em determinadas áreas do corpo: abdômen, flancos, região trocantérica, parte interna do terço superior das coxas, joelhos e parte posterior dos braços. No ganho de peso é a responsável pelas deformidades localizadas, quando proporcionalmente aumenta mais em espessura do que o tecido adiposo superficial (CUNHA et al., 2014; ZWICK et al., 2018).

Figura 2 Representação das subcamadas da hipoderme. A) camada areolar; B) camada lamelar



Fonte: Adaptado de Cunha et al. (2014)

A distribuição da gordura corporal é diferente entre homens e mulheres. Essa diferença surge nos primeiros meses de vida e continuam ao longo do desenvolvimento e crescimento humano. E é determinada por diferenças hormonais específicas do sexo (MOREIRA-PAIS et al., 2020; VARGHESE et al., 2021). As mulheres apresentam maior quantidade de gordura do que os homens, em média de 25 a 30% de gordura corporal, enquanto os homens possuem 10 a 20% de gordura corporal (MURAWSKA-CIAŁOWICZ, 2017; VARGHESE et al., 2021).

2.2 Alterações No Organismo Feminino No Processo De Envelhecimento

O processo de envelhecimento na mulher é caracterizado por alterações hormonais decorrentes do envelhecimento cronológico e a menopausa. Nos anos imediatamente anteriores à menopausa, conhecida como transição da menopausa (ou perimenopausa), as mudanças nos hormônios e na composição corporal aumentam o risco cardiometabólico geral da mulher (GONÇALVES et al., 2016; FOGAÇA et al., 2019; BEINTNER et al., 2019; CHEN et al., 2021; MARLATT et al., 2022; MARSH et al., 2023). A perimenopausa representa um período de transição entre as fases

reprodutiva e não reprodutiva da mulher. É um fenômeno endócrino caracterizado pela queda do hormônio estrogênio de forma progressiva, em decorrência do esgotamento dos folículos ovarianos ocorrendo nas mulheres de meia-idade (45 a 59 anos). O termo menopausa é definido somente quando a mulher apresenta um quadro de amenorréia de 12 meses em uma mulher com 45 anos ou mais. Segundo o mesmo autor a idade média de uma mulher entrar na menopausa é de 51,4 anos, mas há variação interindividual entre 40 e 60 anos (MAAS et al., 2021; MARLATT et al., 2022).

A duração da perimenopausa normalmente abrange de quatro a cinco anos, mas pode variar e durar entre um a dez anos ou mais (MAAS et al., 2021; MARLATT et al., 2022). Segundo Marlatt et al (2022) 12% das mulheres relatam amenorréia repentina, o restante das mulheres experimenta alterações na duração e variação do ciclo menstrual durante a transição. O ciclo pode durar de sete dias ou mais, na perimenopausa precoce, até intervalos de amenorréia de pelo menos 60 dias na perimenopausa tardia. Além das alterações na duração do ciclo menstrual, alguns sintomas vasomotores são relatados por algumas mulheres como por exemplo: ondas de calor e suor noturno (MARLATT et al., 2022).

O aumento de peso e particularmente a gordura abdominal estão associados a sintomas vasomotores mais graves e a insônia, assim como o aumento da fadiga e redução da qualidade de vida podem contribuir para esse aumento de peso (MARLATT et al., 2022). O aumento de peso ao longo da fase de transição para a menopausa pode ser de dois a três quilos, embora haja uma variação entre as mulheres (KNIGHT et al., 2022; MARLATT et al., 2022).

As taxas de sobrepeso e obesidade são altas para mulheres de 20 anos ou mais, podendo atingir um pico 76% nas mulheres com idade da perimenopausa (KNIGHT et al., 2022). Durante esse período, as mulheres experimentam reduções significativas nos estrogênios circulantes, principalmente o estradiol, que levam à redução do gasto energético, aumento do sedentarismo e dieta desequilibrada (GONÇALVES et al., 2016; FOGAÇA et al., 2019; BEINTNER et al., 2019; CHEN et al., 2021; MARLATT et al., 2022; MARSH et al., 2023).

As taxas de sobrepeso e obesidade são altas para mulheres de 20 anos ou mais, podendo atingir um pico 76% nas mulheres com idade da perimenopausa

(KNIGHT et al., 2022). Durante esse período, as mulheres experimentam reduções significativas nos estrogênios circulantes, principalmente o estradiol, que levam à redução do gasto energético, aumento do sedentarismo e dieta desequilibrada (GONÇALVES et al., 2016; FOGAÇA et al., 2019; BEINTNER et al., 2019; CHEN et al., 2021; MARLATT et al., 2022; MARSH et al., 2023).

A redução dos níveis de estrogênio está associada à redução do gasto energético e alterações no comportamento alimentar, promovendo a hiperfagia e conseqüentemente sobrepeso e obesidade. Neste período há aumento de gordura e redução de massa muscular magra. Mudanças no perfil lipídico são encontradas nesse período, com níveis da lipoproteína de baixa densidade (LDL) e triglicerídeos 10 a 15% mais altos e níveis da lipoproteína de alta densidade (HDL) mais baixos (DEHGHAN et al., 2021; KNIGHT et al., 2021; MARLATT et al., 2022; MARSH et al., 2023).

A inatividade física é um dos fatores que contribui para o desequilíbrio entre consumo e gasto energético, que leva ao aumento de peso. A redução da atividade física no período da perimenopausa e pós-menopausa foi demonstrada que é provocada pela redução dos hormônios estrogênicos (estradiol), pois reduz a disposição para a prática de exercícios. O aumento da adiposidade central durante a transição da menopausa está associado a uma redução de aproximadamente 40% na atividade física (SHINN C et al., 2020; KNIGHT et al., 2021; AHMAD BAHATHIG e ABU SAAD, 2022; MARSH et al., 2023).

Durante o período da menopausa, mudanças na composição corporal e depósitos de gordura em algumas regiões contribuem para aumento dos riscos da síndrome metabólica, doenças cardiovasculares e cardiometabólicas. Neste período a mulher acumula gordura na região central (subcutânea e visceral) e correm mais riscos em comparação com homens mais velhos (KNIGHT et al. 2021; AMBIKAI RAJAH et al., 2022; MARSH et al., 2023). Embora haja ampla evidência de um risco aumentado de disfunção metabólica durante o período de transição da menopausa, é importante observar que fatores genéticos e comportamentais também desempenham papéis críticos na determinação do risco metabólico durante e após a menopausa (MOREIRA-PAIS et al., 2020; AMBIKAI RAJAH et al., 2022; MARSH et al., 2023).

Além das alterações físicas provocadas pela alteração hormonal, estudos apontam que mulheres de meia-idade apresentam alterações comportamentais e psicológicas com sua imagem corporal. Mulheres na perimenopausa possuem estima negativa do corpo afetando a qualidade de vida (OLCHOWSKA-KOTALA et al., 2017; SILVA et al., 2018; DEGHAN et al., 2021; GOICOCHEA et al., 2022).

O estudo de Olchowska-Kotala et al. (2017) avaliou a autoestima de 67 mulheres de meia-idade entre 40 a 65 anos a partir da utilização de um questionário aplicado numa clínica ginecológica. A maior parte dessas mulheres estudaram até o ensino médio, eram profissionalmente ativas e tinham pelo menos um filho. Os resultados mostram que as mulheres de meia-idade relacionam a autoestima com IMC, otimismo e número de sintomas da menopausa experimentado. A estima corporal foi negativamente associada ao IMC e ao número de sintomas da menopausa e positivamente associada ao otimismo e à autoestima. Quanto menor o IMC das mulheres, mais satisfeitas elas ficavam com seus corpos. A estima corporal em mulheres pode ser aumentada desenvolvendo uma atitude otimista em relação à vida. E quanto mais sintomas da menopausa uma mulher experimentava, pior era sua estima corporal.

Em relação à mudança no comportamento das mulheres, o estudo de Oliveira et al (2022), mostra que mulheres de meia-idade (média de 44 anos) estudaram mais nos últimos anos, apresentavam renda própria, a maioria possuía um companheiro (casada ou união estável) há mais de um ano e tinham pelo menos um filho. Um dado bastante significativo deste estudo foi de que 60% das mulheres relataram sentir-se estressada e mais de 40% realizam ou já realizaram tratamento para depressão. Conforme o cálculo do IMC, a maioria foi classificada com obesidade grau I (56,2%; N=63). No estudo as mulheres reconheciam que não realizavam uma dieta equilibrada e que possuíam dificuldades para realizar os cuidados necessários por falta de tempo.

2.3 Recursos Eletrofísicos

São dispositivos tecnológicos não invasivos que auxiliam na redução da gordura localizada. A obesidade central traz vários riscos como já mencionados e pode levar a preocupações com a aparência afetando a saúde mental das mulheres.

2.3.1 Ultrassom no tratamento da gordura localizada

Conforme uma bibliometria publicada no CoBicet em 2020 (APÊNDICE C) a procura por recursos terapêuticos que objetivam reduzir a adiposidade abdominal de forma não invasiva tem aumentado (DA SILVA SIQUEIRA E MAIA, 2019). Entre esses recursos pode-se citar: técnicas de massagens, uso de dermocosméticos, equipamentos de radiofrequência, eletrolipólise, criolipólise, ultrassom focalizado.

Além dessas, ainda existem as técnicas combinadas, como o ultrassom associado às correntes elétricas. Todos demonstrando resultados para redução da gordura localizada no abdômen, em diferentes níveis (DA SILVA SIQUEIRA E MAIA, 2019). Contudo, não está claro o melhor protocolo a ser aplicado ou se existe diferenças a partir dos inúmeros tipos de equipamentos utilizados.

A bibliometria foi realizada com 30 artigos no portfólio e observou-se que o ultrassom é considerado o método não invasivo que mais se destaca na pesquisa do tratamento da adiposidade localizada. É um recurso caracterizado por vibrações mecânicas de alta frequência que produzem uma micromassagem conhecida como cavitação (PETRAGLIA et al. 2017). Esse fenômeno gera aquecimento e promove efeitos biológicos aumentando o metabolismo no tecido adiposo (CANELA et al., 2018).

Foi verificado que a maior parte das pesquisas do portfólio (Tabela 1- Total e percentual de países) foram realizadas no Brasil (30%), seguido pelos EUA (20%).

Tabela 1 - Total e percentual de países

Países	Nº de artigos	%
Brasil	8	26%
China	4	13%
Coréia do Sul	2	6%
Egito	1	3%
EUA	8	26%
Índia	1	3%
Irã	3	10%
Itália	1	3%
Londres	2	6%
Reino Unido	2	6%

Fonte: Autoria Própria (2022)

Os artigos foram publicados em 15 diferentes revistas, sendo o Journal of Cosmetic Dermatology, com seis publicações e a Lasers in Surgery and Medicine, com quatro publicações, aquelas com o maior número de publicações dos artigos encontrados nesta área investigada (Tabela 2 – Revistas publicadas).

Tabela 2 – Revistas Publicadas

Revista	Nº artigos
Archives of Iranian Medicine	
Australasian Journal of Dermatology	
BioMed Research International	
ConScientiae Saúde	
International Journal of Endocrinology and Metabolism	1
Journal of Cosmetology	
Scientific Electronic Archives	
Translation Metabolic Syndrome Research	
Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology	
Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology	2
Dermatologic Therapy	
Journal of Cosmetic and Laser Therapy	3
Lasers in Medical Science	4
Lasers in Surgery and Medicine	4
J Cosmet Dermatol	6

Fonte: Autoria Própria (2022)

Ainda com relação às publicações, o idioma inglês foi predominante em 87% dos artigos (26 artigos) e o português em 13% (quatro artigos). Os artigos foram analisados entre os anos de 2016 a 2020, sendo 2016 o ano com maior número de publicações conforme Tabela 3 – Publicações conforme ano.

Tabela 3 – Publicações conforme ano

Ano	Número de artigos
2016	10
2017	5
2018	8
2019	4
2020	1

Fonte: Autoria Própria (2022)

Com relação ao tipo de estudo, 70% (21 artigos) era do tipo experimental, 17% (cinco artigos) eram ensaios clínicos e 7% (dois artigos) eram revisões, sendo um deles de revisão sistemática.

A análise realizada quanto ao número de participantes em cada artigo mostrou que 30% (nove artigos) utilizaram um número igual ou abaixo de 20 indivíduos, sendo um estudo de caso com dois participantes. A maior parte dos artigos 43% (13 artigos) foram realizados com a participação de 21 a 90 indivíduos, e acima de 100 participantes apenas 7% (dois artigos).

Majoritariamente os participantes eram do sexo feminino, apenas um artigo realizou sua pesquisa com 100% dos participantes do sexo masculino e em dez artigos os participantes eram de ambos os sexos, tendo as mulheres em maior quantidade.

Quanto a idade dos participantes, a maior parte dos artigos 27% (oito artigos) englobou pessoas entre a faixa etária de 18 a 65 anos. Faixas etárias mais estreitas também foram localizadas: entre 18 a 45 anos (17% - cinco artigos); 30 a 53 anos (7% - dois artigos); 30 a 66 anos (10% - três artigos). Dois dos artigos citaram somente a média das idades dos participantes (41,6 anos, 45,5 anos e 30,33 anos).

Relativamente à idade dos participantes, observou-se uma variação considerável entre a idade mínima e a máxima (18 a 65 anos) em oito artigos deste portfólio. Em apenas dois artigos a idade estava controlada entre 30 a 53 anos. De acordo com Issa et al. (2016) o envelhecimento é um processo complexo e multifatorial que ocorre em todos os indivíduos, sendo influenciado por fatores ambientais, hormonais e genéticos. Para Barbon et al., (2016) ocorre uma diminuição gradativa da produção hormonal a partir dos 40 anos podendo desacelerar o metabolismo. Entretanto essas alterações hormonais podem afetar o estímulo dos β -receptores que estimulam a lipólise (BANI et al.,2015).

Ainda sobre o perfil dos participantes, o IMC (Índice de massa corporal) igual ou superior a 30 foi exigido em 7% (dois artigos), 13% (4 artigos) estavam abaixo ou igual a 30 e 23% (7 artigos) incluíram participantes com IMC entre 18-30 kg/cm². Com relação ao fato dos equipamentos utilizados para o tratamento da gordura localizada, acredita-se que o ultrassom não seja o mais indicado para obesos.

Em relação a espessura mínima da camada adiposa na região abdominal para se realizar o procedimento apenas um artigo (3%) incluiu a medida de 0,6 cm. Acima de 1,5 cm três artigos (10%), dois artigos (7%) incluíram espessura mínima de 2,5cm.

Acrescenta-se que o efeito terapêutico na redução da gordura localizada ocorre pela ação de vários fatores, físicos, químicos e biológicos, resultando em lipólise, necrose adipocitária ou apoptose (morte celular programada) dependendo do equipamento utilizado (MUTTI et al., 2017; GUTH et al., 2018; HALAAS, 2020).

Dentre os equipamentos de ultrassom encontrados nos artigos que compuseram o portfólio, 12 eram focalizados (HIFU), dez ultrassom de baixa frequência (ultracavitação) e seis ultrassom terapêutico convencional. Em aplicações terapêuticas, a energia ultrassônica é caracterizada por potência (W), intensidade (W/cm²) e frequência em quilohertz (kHz) ou mega-hertz (MHz), caracterizando os equipamentos de ultracavitação, os aparelhos focalizados e os convencionais (CANELA et al., 2018; PETRAGLIA et al., 2017).

Verificou-se que 18 artigos aplicaram o ultrassom associado a outras técnicas como criolipólise, radiofrequência, laser de baixa intensidade, correntes elétricas ou vacuoterapia e nove usaram o ultrassom de forma isolada (Tabela 4 – Tipos de ultrassom e associações).

Tabela 4 – Tipos de ultrassom e associações

Ultrassom	Terapia associada	Nº artigos
Avatar Quatro		
Lipoline Plus		
GB-818	---	1
Sonomaster		
DualSoon		
LipoSonix	---	2
MedContour		
BTL Exilis	RF	1
Heccus	Corrente aussie	1
HIFU	RF	1
HIFU Scizer	Criolipólise	1
Lipocel	Laser	2
Manthus	Corrente estereodinamica	2
Proslimelt	Criolipólise	1
SlimMe	Vácuo	2
ULS	RF	1
Ultima	RF + vácuo	1
Ultrashape	Vácuo + RF	5

Fonte: Autoria Própria (2022)

Ainda com relação aos equipamentos, os artigos do portfólio que utilizaram os recursos HIFU e ultracavitação (13 artigos) provocaram lesão térmica na membrana

do adipócito, mas três deles destacaram que o procedimento é realizado sem causar danos aos tecidos adjacentes (pele, vasos, nervos ou músculos) (GUTH et al.,2018; CHANG et al.,2016).

Adicionalmente, por meio da análise histológica de tecido subcutâneo humano e em animais (ratos e suínos), também foram observados resultados positivos no tratamento de redução da gordura e ainda se constatou o grau de lesão que a onda sonora poderia causar no adipócito sem danificar as estruturas adjacentes (ZHOU et al., 2017; HALAAS, 2020; CAMPOS et al.,2016).

Relativamente ao grau de lesão na célula adiposa, Roti, (2008) afirma que a faixa de temperatura de 40° a 47°C pode matar células e que os adipócitos sofrem apoptose (morte programada) por falta de fator de crescimento, exposição a uma temperatura de 44°C ou pelo resfriamento abaixo do ponto de congelamento (criolipólise). Outro mecanismo de morte celular que ocorre em temperaturas acima de 44°C é a necrose.

O ultrassom focalizado (HIFU) fornece energia concentrada em um ponto focal a uma profundidade precisa do tecido adiposo. O efeito térmico do HIFU e da ultra cavitação provocados pelo fenômeno da cavitação causam aumento de temperatura local, gerando coagulação e necrose dos adipócitos (ALIZADEH et al.,2016; LEE et al., 2017). Guth et al. (2018) mensuraram a temperatura na pele de animal suíno que atingiu 47,9°C após 20 pulsos de seis segundos. Em outro estudo histológico em pele de suíno, Jewell et al. (2011) aplicou HIFU e a temperatura atingiu 70°C em um a dois segundos no ponto focal da gordura sem danos aos tecidos adjacentes, que aquecem, porém não atingem a temperatura para lesionar o adipócito (CANELA et al., 2018; PETRAGLIA et al., 2017).

Na revisão de Alizadeh et al. (2016) realizada em humanos, a temperatura atingiu 56°C gerando a necrose coagulativa resultando em diminuição da espessura do tecido adiposo com uma a cinco aplicações. Com isso acredita-se no resultado efetivo do ultrassom focalizado, já que com um número reduzido de sessões consegue-se eliminar a gordura de maneira não invasiva sem prejudicar a saúde do indivíduo.

Em relação aos equipamentos de ultrassom convencional, alguns modelos possuem a corrente elétrica associada para promover aumento da circulação e da permeação de princípios ativos. De acordo com Canela et al. (2018) a contração muscular aumenta a pressão no músculo comprimindo os vasos linfáticos e sanguíneos impulsionando os fluidos facilitando o retorno venoso. Em outros estudos identificou-se que as correntes elétricas podem estimular a musculatura lisa dos vasos linfáticos (COSTA et al., 2017; PRESOTTO et al., 2018). Segundo Chang et al. (2016) os lipídios são removidos gradualmente através do sistema linfático, reduzindo assim o volume do tecido adiposo.

Quanto ao número de sessões realizadas e o intervalo entre as sessões que compuseram o estudo, a variação entre os artigos estavam relacionadas ao tipo de ultrassom utilizado (Tabela 5 – Relação número de sessões e tipo de ultrassom).

Tabela 5 – Relação número de sessões e tipo de ultrassom

Nº sessões	Intervalo Entre sessões	Percentual	Número de artigos	Tipo de ultrassom
10 – 15**	2 a 7 dias	13%	4	Convencional
3 – 5	14 dias	29%	9	Focal / UC
1 a 2	14 dias	39%	12	***Focal / UC

* Excluíram-se os artigos com pesquisas em animais e biópsias de pele humana.

** Exceto Petraglia [17] que realizou doze sessões uma vez por semana com uma ultracavitação.

***Focalizado / Ultracavitação

Fonte: Autoria Própria (2022)

Relativamente ao número de sessões, observou-se uma tendência dos artigos que investigaram a ultracavitação e o HIFU em realizar de uma a cinco sessões para demonstrar eficiência dos recursos com poucas sessões. Enquanto os estudos sobre o ultrassom convencional demonstraram eficácia de tratamento com protocolos já utilizados na prática clínica e que não tinham evidência científica. Foram observados resultados positivos da ação do ultrassom no tratamento da gordura abdominal localizada em mulheres, a partir da utilização de diferentes equipamentos e protocolos. Na análise dos parâmetros utilizados observou-se que cada equipamento tem suas características e com isso os resultados podem variar conforme Tabela 6 – Parâmetros e reduções com avaliação até 1 mês após o tratamento.

Tabela 6 – Parâmetros e reduções com avaliação até 1 mês após o tratamento

Equipamento	Freq em MHz	Tipo de US/ Associação	Dose por cm ²	Redução em cm
Avatar	3	C*	2W	2,4
Heccus	3	C*	2W	2,5
Manthus	3	C*	1,47W	2,78
Ultrashape	0,30	P / F*		0,6
HIFU	0	Focal	161J	3,36
HIFU Scizer	2	Focal	120J	2,36
SlimME	2,25	UC + RF*	143-237J	2,16
Lipoline Plus	0,45	UC*		22,11
LipoSonix		Focal	180J	1,8
Dual SOONTM	3	Focal	57W	0,60
ULTIMA	1	UC + RF*	182J	1,7
Megason	0,36	UC + RF*		9,5
ProSlimelt	0,70	UC*		7,3
ULS		UC + RF*		7,8
MedContour	1	UC*	2-3W	0,94

*C = convencional / *RF = radiofrequência / *UC = ultracavitação

Fonte: Autoria Própria (2022)

Ferrando et al. (2018) realizou uma sessão de ultrassom focalizado (SlimMe) com diferentes doses de energia e tempos de deposição diferentes na região abdominal. Num grupo realizou o procedimento sete dias antes e outro grupo 90 dias antes da abdominoplastia. Após a retirada do tecido realizou análise histológica que apresentou necrose coagulativa de gordura envolvida por paniculite granulomatosa e alguns detritos celulares apoptóticos.

Corroborando com a análise de Ferrando et al. (2018) e Lee et al. (2017) realizaram uma avaliação histológica em pele cadavérica que demonstrou um efeito térmico dependente da dose de energia. A entrega sucessiva e repetitiva de pulsos com a energia HIFU gera temperaturas mais altas nos tecidos em comparação com um único pulso. A viabilidade dos adipócitos após lesão térmica depende da temperatura e do tempo de exposição ao calor, resultando em danos térmicos mais efetivos aos adipócitos, não apenas nas zonas focadas, mas também nas zonas periféricas. A temperatura no tecido adiposo foi mensurada após a deposição de 237 J em 72 segundos e em outra região a deposição foi de 146 J em 96 segundos. As temperaturas atingiram 44,9°C e 48,4°C respectivamente.

Os parâmetros utilizados pelos artigos em que o HIFU e a ultracavitação eram os objetos de estudo não apresentaram consenso. A frequência, dose, potência, tempo e a duração de pulso utilizada não ficaram bem definidas. Relativamente ao HIFU, Ko et al. 2018 utilizaram HIFU SCIZER 2 MHz e dose de 120 J/cm², já Guth et al. (2018) utilizaram HIFU (Dualsoom) 3 MHz e dose 180 J/cm² (60 J/cm² cada, com três passagens) e na revisão de Alizaded et al.(2016), que não especificou o equipamento de ultrassom utilizado, apresentou intensidades que variaram de 144J/cm² a 170J/cm².

Na ultracavitação, Petraglia et al. (2017) utiliza uma ultracavitação (Lipoline Plus) com frequência de 45khz e 60 W de potência, Naeimi et al. (2019) com a ultracavitação Megason trabalha na frequência de 32khz, Mahmoud et al. (2016) utiliza a ultra cavitação ProSlimelt na frequência de 70kHz.

Quanto ao ultrassom convencional, observou-se que os parâmetros são mais padronizados. Silva e Maia (2019) utilizam o equipamento Avatar com frequência de 3 MHz e intensidade de 2w/cm², o mesmo parâmetro é usado por Canela et al. (2018) com o equipamento Heccus.

Mesmo com a diversidade de parâmetros e equipamentos utilizados, os resultados na redução da espessura da camada adiposa foi satisfatória em todos os artigos do portfólio. Com a ultracavitação o melhor resultado foi obtido por Mahmoud et al. (2016) com redução de 7,3 cm em duas sessões com o equipamento ProSlimelt.

Com o equipamento de ultrassom focalizado o melhor resultado foi encontrado por Alizadeh et al. (2016) que não mencionou o nome comercial do aparelho que reduziu em média 3,36 cm.

Tratando-se dos equipamentos de ultrassom convencional, a média de redução foi de 1,5 cm após dez sessões. Entretanto Petraglia et al. (2017) obteve uma redução média maior, de 22,11cm, porém este foi o único estudo do portfólio que realizou 12 sessões de ultracavitação (Lipoline Plus) com sessões semanais. Este resultado confirma o que os estudos de Ferrando, (2018) e Lee et al. (2017) relatam sobre o aquecimento no adipócito repetido e sucessivo que resulta em necrose adipocitária e conseqüentemente redução na espessura do tecido adiposo.

Ainda com relação aos resultados, as associações de técnicas foram as que obtiveram os melhores resultados. Naeimi et al. (2019) utilizando Megason 36 KHz em cinco aplicações, e Kapoor et al. (2017) utilizando a ultracavitação ULS com três aplicações, associaram um equipamento de ultra cavitação e radiofrequência e após a última sessão a redução atingiu 9,5 cm e 7,8 cm respectivamente. Considerando a tecnologia da radiofrequência, Borges, (2010) afirma que a radiofrequência promove calor profundo, gera a lipólise dos adipócitos, auxiliando na diminuição de medidas e organizando as fibras de colágeno. Como ocorre vasodilatação há hiperemia do tecido beneficiando sua oxigenação.

Naeimi et al. (2019) ainda associou a criolipólise em outro grupo após a aplicação da ultracavitação com radiofrequência e o resultado foi menor, houve uma redução de 4,66 cm. Isso pode ter ocorrido pelo fato dos resultados da criolipólise aparecerem a partir de 30/45 dias após a aplicação e essa reavaliação ocorreu em 30 dias após a aplicação (MEYER et al., 2017).

Com relação aos métodos de avaliação dos resultados dos tratamentos propostos, não houve um critério padronizado. Pelo menos três métodos como: peso, IMC, espessura da camada adiposa medida pelo paquímetro, imagem de ultrassom, ressonância magnética, análise bioquímica e fotografia foram citados em 23 artigos. Outros métodos de avaliação como: fotografia avaliada por observadores cegos, questionário de satisfação dos resultados, questionamento sobre dor e/ou desconforto durante ou após a aplicação e possíveis reações adversas foram avaliadas em 13 artigos.

Com relação à avaliação dos tratamentos a medida da circunferência realizada com uma fita métrica de baixo custo e de fácil acesso, mesmo sendo considerado um método subjetivo para alguns autores, foi o recurso avaliativo mais utilizado. Foi utilizada em 19 artigos. Porém Otto, (2016) faz referência a um método de medição da circunferência padronizado e validado que considera o posicionamento, a postura e a respiração do paciente.

O método utiliza um sistema de feixes perpendiculares de laser com a fita controlada por tensão colocada no topo da projeção do feixe nos pontos anatômicos

de referência. Dessa feita, é um recurso pouco conhecido o que impossibilita a viabilidade deste método.

A ressonância magnética, mencionada somente por Auh et al. (2018) é considerada mais segura para avaliar a espessura da camada adiposa e menos dependente do usuário que a ultrassonografia, mas seu alto custo pode ser menos viável para pesquisas. A opção sugerida por Ko et al. (2018), foi a tomografia computadorizada.

Os registros fotográficos utilizados em cinco artigos eram ilustrativos, não tinham o objetivo de avaliar resultados. Diferentemente de seis artigos que avaliaram seus resultados por observadores cegos por meio de fotos tiradas antes e após o tratamento. Esses avaliadores reconheciam o lado tratado do não tratado ou identificava a foto tirada depois do tratamento comparando-a com a foto basal. Destes em média 70% dos observadores acertaram as fotos basais. De acordo com Auh et al. (2018) o objetivo desta avaliação é detectar a olho humano as alterações ocorridas após as intervenções e tem característica de ser imparcial.

Alguns autores tentaram padronizar as fotos realizando todos os registros por um único examinador em ambiente iluminado, na mesma posição ortostática com marcas colocadas no chão, mesma câmera digital e distanciamento da câmera e paciente também padronizado (GOLD et al., 2019; OTTO, 2016; CHILUKURI et al., 2017). Acrescenta-se também que seis artigos realizaram análise bioquímica com o objetivo de mensurar perfil lipídico, marcadores inflamatórios, função hepática e renal. Em todos estes estudos, houve aumento nos níveis séricos de lipídeos e triglicérides nas amostras de sangue. Em dois artigos os autores observaram aumento significativo dos níveis séricos dos lipídios no sangue e em três artigos, sendo um deles uma revisão sistemática, relataram que os lipídeos não aumentaram significativamente. Com esta controvérsia sugere-se mais estudos para melhor análise desses resultados, considerando o intervalo de tempo das coletas que podem variar os resultados.

Quanto às análises nos marcadores inflamatórios e nos níveis da função hepática e renal Guth et al. (2018) afirmam que não há aumento significativo nas amostras de sangue coletadas.

Ainda sobre a análise bioquímica, Zhou et al. (2017) nos estudos realizados em suínos relata aumento considerável nos níveis de lipídios e triglicerídeos no sangue. Sugerindo que o tratamento com o ultrassom aumenta a permeabilidade da membrana do adipócito e libera lipídios intracelulares na circulação.

Campos et al. (2016) em sua pesquisa com suínos, mensurou a quantidade de glicerol no adipócito isolado após aplicação de ultrassom convencional e concluiu que houve um aumento de 52% na produção de glicerol. Este dado é confrontado com o resultado das análises realizadas em urina de pacientes que receberam o ultrassom, em que Petraglia et al. (2017) afirma que os níveis de glicerol não tiveram aumento estatisticamente significativo e que este resultado precisa ser melhor investigado já que há relatos na literatura do aumento de glicerol na urina.

Quanto a avaliação final desses resultados, todos os artigos realizaram uma avaliação pré-tratamento. Após a última sessão reavaliações foram realizadas no pós imediato até 30 minutos após o procedimento em 23% (sete artigos), entre uma semana a 15 dias 13% (quatro artigos) e de um mês a quatro meses 30% (nove artigos). Dois artigos, cerca de 7%, avaliaram os resultados após um ano.

Na análise subjetiva dos resultados três artigos incluíram pesquisas de satisfação do paciente com relação aos resultados utilizando uma escala ordinal do tipo Likert de cinco pontos, na qual 0 representa muito insatisfeito e 4 representa muito satisfeito. Dos participantes que responderam por esta escala a média de resultado foi de 3,2 (satisfeito / muito satisfeito). Dois estudos aplicaram o "Questionário de Avaliação de Melhoria do Assunto", baseada na escala Global Aesthetic Improvement (GAI), por esta escala o índice de satisfação foi de 80%. Os outros autores optaram por questionários subjetivos elaborados pelos pesquisadores (seis deles) e o resultado foi satisfatório para todos os participantes.

A dor e o desconforto relacionados ao procedimento foram avaliados após a intervenção usando uma Escala Visual Analógica (EVA) por cinco artigos. Os participantes foram apresentados com uma linha horizontal de 10 cm, onde "0" indicava "sem dor" e 10 indicavam "dor intolerável". Dos participantes da pesquisa de Gold et al. (2019), 98% relataram sentir pouco ou nenhum desconforto, já na pesquisa de Dhillon, (2018) a dor foi de leve a moderada para os participantes, EVA de 3,5.

No estudo de Velez et al. (2018) 100% dos participantes não sentiram nenhum desconforto e não relataram nenhuma reação adversa do tipo eritema, edema ou hematoma. Assim como Velez et al. (2018), outros dois artigos realizaram a pesquisa respondendo ao questionamento de dor/desconforto elaborada pelos pesquisadores.

Com relação às reações adversas o eritema leve foi relatado em cinco artigos do portfólio, essa reação ocorreu logo após o procedimento e se resolveu em no máximo 30 minutos sem intervenção. Outra reação referida foi a queimação, Mahmoud et al. (2016) relatou que ocorreu durante o acoplamento do manípulo da criolipólise e por Mutti et al. (2017) a queimação surgiu durante a aplicação do manípulo pelo calor gerado pelo ultrassom. O hematoma apareceu em dois participantes do estudo de Mahmoud et al. (2016) após a criolipólise, mas desapareceu completamente em duas semanas.

Concluiu-se que tanto os equipamentos convencionais, ultracavitação e focalizados apresentaram resultados satisfatórios. Porém, a redução da gordura localizada é mais eficaz nos equipamentos que lesionam o adipócito. Mesmo não havendo um consenso entre as características específicas de cada equipamento (frequência, potência e energia) a redução ocorreu e foi potencializada com a associação da radiofrequência.

2.3.2 Efeitos Da Tecarterapia Nos Tecidos Corporais: Uma Revisão Sistemática

Os dispositivos eletrofísicos baseados na diatermia são uma das modalidades utilizadas por muitos profissionais para o tratamento da dor. A diatermia é definida como um aquecimento do corpo baseado na transformação da energia relativa de alta frequência em um aumento da temperatura interna do organismo, atingindo tecidos superficiais e profundos. Esta forma de calor é usada para aumentar fluxo sanguíneo e melhorar a extensibilidade dos tecidos (TASHIRO et al., 2017a; YOKOTA et al., 2018; KIM et al., 2019; MEYER et al., 2022). A diatermia é baseada na aplicação de ondas eletromagnéticas. As oscilações dessas ondas induzem uma transferência de energia cinética que é convertida em calor. Este efeito de produção de calor nos tecidos é denominado “Efeito Joule” (COCSETTA et al., 2018; VINCENT, 2020; KIM et al., 2021).

Estes dispositivos são baseados em ondas de radiofrequência na frequência entre 30 KHz a 30 MHz que produzem efeitos térmicos e não térmicos nos tecidos (COCSETTA et al., 2018; KUMARAN e WATSON, 2018). Existem quatro formas de produzir a diatermia: radiofrequência de ondas longas (3 e 300 kHz), radiofrequência de ondas curtas (3 e 30 MHz), ultrassom (1 e 3 MHz) e micro-ondas (300 e 3000 GHz). Estes dispositivos se diferem pela frequência da onda, consequentemente a capacidade de penetração. Os equipamentos mais utilizados e pesquisados para produzir a diatermia operam na frequência de 27,12 MHz (KUMARAN et al., 2015; COCSETTA et al., 2018; CLIJSEN et al., 2020).

A tecnologia da Tecarterapia é um dos recursos de diatermia que operam em baixa frequência (0,3 a 1,2MHz) (TASHIRO et al., 2017b; KIM et al., 2019; VINCENT, 2020). Frequências mais baixas aquecem os tecidos profundos sem superaquecer a superfície. Por este motivo, o uso da Tecarterapia está crescendo, pois proporciona mais conforto e segurança para o paciente (KUMARAN et al., 2015; TASHIRO et al., 2017a; YOKOTA et al., 2018; KIM et al., 2019; CLIJSEN et al., 2020; KIM et al., 2021; MOHAMADI et al., 2021; WACHI et al., 2022).

O termo Tecar surgiu na Itália em 1995 durante a montagem de protocolos para reeducação funcional por meio de radiofrequência (VINCENT, 2020). Tecar significa “transferência elétrica capacitiva e resistiva” (TASHIRO et al., 2017; YOKOTA et al., 2018; KIM et al., 2019; VINCENT, 2020). Tecarterapia é uma tecnologia não invasiva que utiliza a corrente elétrica alternada de alta frequência na faixa da radiofrequência (0,3 a 1,2 MHz). A onda eletromagnética formada é usada para gerar energia térmica e estimular o corpo a se autorregenerar (VINCENT, 2020; BITO et al., 2019; CLIJSEN et al., 2020; OH et al., 2021; MONARETTI et al., 2021). Frequências mais baixas produzem calor em tecidos mais profundos, enquanto frequências mais altas aquecem os tecidos mais superficiais (GANZIT et al., 2015; KUMARAN e WATSON, 2018; BITO et al., 2019; KUMARAN e WATSON, 2019; MONARETTI et al., 2021).

A corrente elétrica flui quando há uma diferença de voltagem criada pelo corpo entre dois eletrodos ativo e inativo colocados em regiões diferentes do corpo (KUMARAN e WATSON, 2018; BITO et al., 2019; BITO et al., 2020; OH et al., 2021). A energia é fornecida aos tecidos por um eletrodo ativo com formato circular e

diâmetros variando de 25 mm a 70 mm e pode ser resistivo (RES) ou capacitivo (CAP). É uma placa de metal como eletrodo passivo que fica em contato com a pele do paciente servindo como um condutor. A energia passa entre os eletrodos e gera calor nos tecidos (GANZIT et al., 2015; KOSTEREC et al., 2016; TASHIRO et al., 2017a; YOKOTA et al., 2018; KWON et al., 2019; CLIJSEN et al., 2020; KIM et al., 2021).

Os dois modos de tratamento capacitivo ou resistivo induzem diferentes respostas ao tecido dependendo da resistência do tecido tratado (CLIJSEN et al., 2020; TASHIRO et al., 2020). O eletrodo CAP é revestido com um material de poliamida. A transmissão energética gera calor nas camadas superficiais, com uma ação seletiva em tecidos moles de baixa impedância (ricos em água), como o tecido adiposo, músculo, cartilagem e sistema linfático (COCSETTA et al., 2018; YOKOTA et al., 2018; KUMARAN e WATSON, 2018; CLIJSEN et al., 2020; KUMARAN e WATSON, 2020). Já o eletrodo RES não possui o material isolante, a energia de radiofrequência passa diretamente pelo corpo na direção do eletrodo inativo. Com isso gera calor nas camadas de tecido mais profundas e mais resistentes (baixo teor de água), como osso, fáscia muscular, cápsulas e tendões (GANZIT et al., 2015; COCSETTA et al., 2018; YOKOTA et al., 2018; CLIJSEN et al., 2020; KUMARAN e WATSON, 2020).

O uso da Tecarterapia na prática clínica tem sido realizado há mais de 20 anos, no entanto os estudos para identificar os efeitos e eficácia são escassos (CLIJSEN et al., 2020; MEYER et al., 2022). Nos últimos três anos houve um aumento no número de pesquisas, mas os efeitos ainda não são claros. Com isso, o objetivo deste estudo foi identificar os efeitos da Tecarterapia em diferentes tecidos osteomioarticulares saudáveis ou com patologias.

Uma revisão sistemática foi realizada e contemplou artigos entre os anos de 2013 a 2023 referentes aos efeitos da tecarterapia em tecidos osteomioarticulares. Nesta revisão sistemática, foram incluídos estudos experimentais que atenderam os seguintes critérios de inclusão: texto completo disponível, que utilizavam equipamentos de baixa frequência com dois tipos de ponteiros (capacitiva e resistiva) e os artigos que utilizavam a tecnologia em tecido humano. Nos resultados foram considerados os efeitos após aplicação e doses utilizadas nos estudos e regiões em que a tecnologia foi aplicada.

Tabela 7 – Qualidade Metodológica

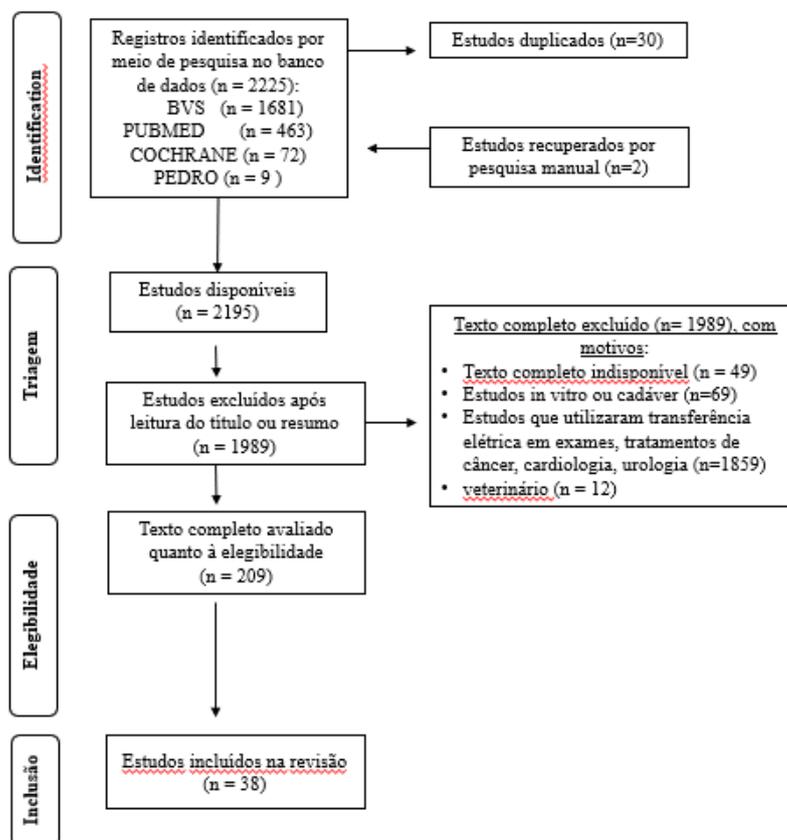
								(conclusão)
Cau et al. (2019)	baixa	baixa	Moderada	baixa	baixa	baixa	baixa	moderada
Clijnsen et al. (2019)	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa
Diego et al. (2019)	baixa	baixa	Baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa
Kim et al. (2019)	baixa	baixa	Baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa
Kumaran; Watson (2019)	baixa	baixa	Baixa	baixa	baixa	baixa	moderada	moderada
Noites et al, 2019	baixa	baixa	Baixa	baixa	baixa	baixa	moderada	moderada
Paolucci et al. (2019)	baixa	baixa	Baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa
Vale et al, 2019	baixa	baixa	Moderada	baixa	baixa	moderada	moderada	moderada
Bitto et al. (2020)	baixa	baixa	Moderada	baixa	baixa	baixa	baixa	moderada
Davari et al. (2020)	baixa	moderada	Moderada	baixa	baixa	baixa	baixa	moderada
Kim et.al 2020	baixa	moderada	Baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	moderada
Kumaran;Watson 2020	baixa	baixa	Baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa
Toader 2020	moderada	moderada	Moderada	baixa	baixa	baixa	baixa	moderada
Tashiro et al 2020	baixa	baixa	Baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa
Szabo et al. (2020)	baixa	baixa	Moderada	baixa	baixa	moderada	moderada	moderada
Yeste-Fabregat et al. (2021)	baixa	baixa	Baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa
Kim et al 2021	baixa	baixa	Moderada	baixa	baixa	baixa	baixa	moderada
Ledesma; Munõz 2021	baixa	baixa	Baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	moderada
Maia et al, 2021	baixa	moderada	Baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa
Mohamadi, 2021	moderada	moderada	Moderada	baixa	baixa	moderada	baixa	baixa
Monaretti et al. (2021)	baixa	baixa	Baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa
Iacob et al. (2021)	baixa	baixa	Moderada	baixa	baixa	moderada	baixa	moderada
Oh et al 2021	baixa	baixa	Baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa
De Sousa et al, 2022	moderada	baixa	Baixa	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa
Meyer et al 2022	baixa	baixa	Baixa	baixa	moderada	baixa	baixa	moderada
Nakamura et al 2022	baixa	baixa	Baixa	baixa	baixa	baixa	moderada	moderada
Wachi et al 2022	baixa	baixa	Baixa	baixa	baixa	baixa	moderada	moderada

1) confusão; 2) seleção dos participantes do estudo; 3) avaliação da intervenção; 4) não recebimento da intervenção designada; 5) perdas; 6) avaliação dos resultados; 7) relatório seletivo de resultados.

Fonte: Autoria Própria (2022)

A figura 3 - Fluxograma mostra o fluxograma dos artigos incluídos no presente estudo. Um total de 2225 artigos foram encontrados na busca realizada nas bases de dados, sendo que dois estudos foram recuperados em buscas manuais e os estudos duplicados foram excluídos.

Figura 3 – Fluxograma



Fonte: Autoria Própria (2022)

A Tabela 8 – Características da amostra mostra as características de 1240 indivíduos (466 homens e 592 mulheres) que participaram dos estudos. Alguns estudos não mencionam idade ou sexo dos participantes.

Tabela 8 – Características das amostras

(continua)				
Artigo	Estudo	Amostra	Idade	Sexo
1	Tecar Therapy in the treatment of acute and chronic pathologies in sports Ganzit et al., 2015	327	18-65	120 mulheres 207 homens
2	Thermal build-up, decay and retention responses to local therapeutic application of 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency: A prospective randomised crossover study in healthy adults Kumaran and Watson, 2015	15	Média 45	9 mulheres 6 homens

Tabela 8 – Características das amostras

(continua)				
Artigo	Estudo	Amostra	Idade	Sexo
3	Tri-length laser therapy associated to tecar therapy in the treatment of low-back pain in adults: a preliminary report of a prospective case series Osti et al., 2015	66	Média 61,4	30 mulheres 36 homens
4	Efficacy of monopolar dielectric transmission radio frequency in panniculus adiposus and cellulite reduction Albornoz-Cabello et al. 2017	9	18-35	9 mulheres
5	Continuous-mode 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency induces greater deep blood flow changes compared to pulsed mode shortwave: a crossover study in healthy adults Kumaran et al., 2017	17	25-66	10 mulheres 7 homens
6	Effect of Capacitive and Resistive electric transfer on haemoglobin saturation and tissue temperature Tashiro et al.,2017	13	média 24,5	13 homens
7	Effects of capacitive and resistive electric transfer therapy in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial Cocchetta et al.,2018	53	44-84	6 homens 47 mulheres
8	Effects of a capacitive-resistive electric transfer therapy on physiological and biomechanical parameters in recreational runners: A randomized controlled crossover trial Duñabeitia et al.,2018	14	18-55	14 homens
9	Skin thermophysiological effects of 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency in healthy adults: A randomised crossover study and comparison with pulsed shortwave therapy Kumaran e Watson 2018	17	25-66	10 homens 7 mulheres
10	Effect of Capacitive and Resistive electric transfer on changes in muscle flexibility and lumbopelvic alignment after fatiguing exercise Yokota et al.,2018	22	média 23,2	22 homens
11	Acute effects of capacitive and resistive electric transfer (CRet) on the Achilles tendon Bito et al.,2019	16	Não mencionado	16 homens
12	Preliminary evidence of effectiveness of Tecar in Lymphedema Cau et al.,2019	48	46-78	48 mulheres
13	Does the Application of Tecar Therapy Affect Temperature and muscle microcirculation? A pilot feasibility study on healthy subjects Clijsen et al.,2019	10	média 35,9	6 homens 4 mulheres

Tabela 8 – Características das amostras**(Continua)**

Artigo	Estudo	Amostra	Idade	Sexo
14	Analgesic effects of a capacitive-resistive monopolar radiofrequency in patients with myofascial chronic neck pain: a pilot randomized controlled trial Diego et al.,2019	24	18-60	14 homens 10 mulheres
15	Effects of a Newly Developed Therapeutic Deep Heating Device Using High Frequency in Patients with Shoulder Pain and Disability: A Pilot Study Kim et al.,2019	34	19-65	12 homens 22 mulheres
16	Treatment using 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency improves pain and function in patients with osteoarthritis of the knee joint: a randomised controlled trial Kumaran and Watson, 2019	45	Não mencionado	Não mencionado
17	Effect of an aerobic exercise session combined with abdominal radiofrequency on lipolytic activity in women: Randomized control trial Noites et al., 2019	30	Não mencionado	30 mulheres
18	Effects of capacitive and resistive electric transfer therapy in patients with painful shoulder impingement syndrome: a comparative study Paolucci et al.,2019	46	20-50	25 homens 21 mulheres
19	Effect of four sessions of aerobic exercise with abdominal radiofrequency in adipose tissue in healthy women: Randomized control trial Vale et al.,2020	28	18-28	28 mulheres
20	Effects of deep thermotherapy on chest wall mobility of healthy elderly women Bito et al.,2020	27	Média 74,3	27 mulheres
21	Evaluation of the Effects of Tecar Therapy on Acute Symptoms of Athletes Following Lateral Ankle Ligament Sprain Davari et al.,2020	23	Não mencionado	Não mencionado
22	Immediate Effects of High-frequency Diathermy on Muscle Architecture and Flexibility in Subjects With Gastrocnemius Tightness Kim et al., 2020	28	21-28	Não mencionado
23	Thermophysiological responses to capacitive resistive monopolar radiofrequency electromagnetic radiation in patients with osteoarthritis of the knee joint: A randomised controlled experimental study Kumaran;Watson 2020	45	Média 60	18 homens 27 mulheres

Tabela 8 – Características das amostras**(continua)**

Artigo	Estudo	Amostra	Idade	Sexo
24	The Use of modern technologies in the posttraumatic recovery of patients Toader 2020	2	41 e 54	2 mulheres
25	The effect of Capacitive and Resistive electric transfer on non-specific chronic low back pain Tashiro et al.,2020	30	20-50	30 mulheres
26	The benefits of the TECAR therapy in flexion recovery after revision of the anterior cruciate ligament (ACL) Szabo et al.,2020	10	24-44	3 homens 7 mulheres
27	Acute Effects of Tecar Therapy on Skin Temperature, Ankle Mobility and Hyperalgesia in Myofascial Pain Syndrome in Professional Basketball Players: A Pilot Study Yeste-Fabregat et al.,2021	32	16-39	32 mulheres
28	Effect of High-frequency Diathermy on Hamstring Tightness Kim et al.,2021	24	Média 25,9	Não mencionado
29	Short-term effects of 448 kilohertz radiofrequency stimulation on supraspinatus tendon elasticity measured by quantitative ultrasound elastography in professional badminton players: a double blinded randomized clinical trial Navarro-Ledesma; Gonzalez-Muñoz 2021	38	18-64	Não mencionado
30	Effects of Tecar Therapy associated with manual therapy on gluteal skin flaccidity Rego Maia et al., 2021	7	21-54	7 mulheres
31	Comparison of the Effect of TECAR Therapy and Static Stretching on Hamstring Flexibility in Male Athletes Mohamadi et al., 2021	20	20-30	20 homens
32	Effect of capacitive radiofrequency on the dermis of the abdominal region Monaretti et al., 2021	5	Média 39	5 mulheres
33	The Effects of modern radiofrequency therapies in the acute rehabilitation of hamstring strains Iacob, Vrabie and Stegariu, 2021	24	18-35	24 mulheres
34	Effect of Physiotherapeutic Intervention Using TECAR Therapy on Pain Self-Awareness and Hip Joint Function in Hip Impingement Syndrome: A Case Study Oh et al 2021	1	Não mencionado	1 mulher
35	Effects of Capacitive-Resistive Electric Transfer on Sports Performance in Paralympic Swimmers: A Stopped Randomized Clinical Trial De Sousa-De Sousa et al., 2022	6	18-70	3 homens 3 mulheres

Tabela 8 – Características das amostras

				(conclusão)
Artigo	Estudo	Amostra	Idade	Sexo
36	Effects of Tecar Therapy on Adipose Tissue: Clinical Trial Meyer et al., 2022	32	25-45	32 mulheres
37	The Effect of Capacitive and Resistive Electric Transfer Intervention on Delayed-Onset Muscle Soreness Induced by Eccentric Exercise Nakamura et al., 2022	28	Média 21	28 homens
38	Effects of capacitive and resistive electric transfer therapy on pain and lumbar muscle stiffness and activity in patients with chronic low back pain Wachi et al., 2022	24	Média 32-34	Não mencionado

Fonte: Autoria Própria (2022)

Os estudos demonstram que os efeitos da Tecarterapia foram obtidos em pacientes sintomáticos e assintomáticos. A Tabela 9 - Efeitos da Tecarterapia em tecidos sintomáticos, apresenta os efeitos e os protocolos utilizados para tratar algumas patologias ostemioarticulares e gordura localizada com flacidez tissular. O aumento da temperatura para alívio da dor e melhora da função articular e/ou muscular foi o efeito mais comum entre os estudos. A temperatura aumentou tanto na superfície como na profundidade dos tecidos.

Tabela 9. Efeitos da Tecarterapia em tecidos sintomáticos

					(Continua)
Estudo	Tipo de Tecido	Aparelho	Parâmetros	Nº Sessões	Resultados
Ganzit et al., 2015	Articulação músculo tendão	HCR 900 0,5 MHz	10 min RES ¹ 10 min CAP ² Intensidade alta	10	Redução da dor e melhora da função após a aplicação
Osti et al., 2015	Hérnia de disco lombar	Pharon® tecar 0,45 e 0,60 MHz	Não mencionado	10	Redução dor e melhora da função após a aplicação e no acompanhamento após 8 semanas. No questionário de satisfação 79% demonstraram estar muito satisfeitos com o tratamento.

Tabela 9. Efeitos da Tecarterapia em tecidos sintomáticos

(continua)

Estudo	Tipo de tecido	Aparelho	Parâmetros	N° sessões	Resultados
Albornoz-Cabello et al., 2017	Celulite e gordura localizada em membros inferiores e glúteos	Xcultp 0,8 MHz	24 min CAP ² Intensidade moderada	10	Redução da espessura do tecido celular da coxa posterior direita (intervenção) e da região glútea.
Cocchetta et al. 2018	Osteoartrose de joelho (quadríceps e região peripatelar)	Tecar Unibell HCR 902	5 min CAP ² 10 min RES ¹ 5 min CAP ² Intensidade baixa	6	CRET ² foi capaz de melhorar significativamente a força, a função física e a dor.
Cau et al. 2019	Linfedema de membros inferiores em obesos	CIM 200 0,8-1,0-1,2 MHz.	45 min CAP ² Intensidade Média/alta	24	Reduções significativas de volumes foram encontradas na semana 1 (após 6 sessões TECAR).
Diego et al. 2019	Músculos cervicais	Indiba	12 min CAP ² e RES ¹ simultaneo Intensidade média	8	Houve redução significativa na dor no grupo Tecar com melhora na mobilidade e função da coluna cervical no mesmo grupo.
Kim et al. 2019	Ombro	HIPER-500	Tempo não mencionado CAP ² RES ¹ Intensidade baixa	10	Melhora significativa na dor e função relacionadas à osteoartrite, quando comparado ao grupo que recebeu apenas exercícios e orientações. Não houve mudanças significativas nas concentrações de glicerol, perfil lipídico em ambos os grupos. Os grupos apresentaram comportamento semelhante, já que os níveis de glicerol aumentaram em ambos os grupos.
Noites et al., 2019	Gordura abdominal	BTL-6000 TR-Therapy	5 min CAP ² Intensidade moderada	1	Houve redução significativa na dor imediatamente após a aplicação e no controle após 2 meses a dor estava diminuindo.
Paolucci et al. 2019	Ombro	CareTherapyV	10 CAP ² 10 RES ¹	9	Houve diminuição estatisticamente significativa nas variáveis circunferência da cintura, espessura de gordura subcutânea e dobra abdominal horizontal
Vale et al.,2020	Gordura abdominal	BTL-6000 TR-Therapy	5 min CAP ² Intensidade moderada	4	

Tabela 9. Efeitos da Tecarterapia em tecidos sintomáticos**(continua)**

Estudo	Tipo de tecido	Aparelho	Parâmetros	N° sessões	Resultados
Davari et al. 2020	Ligamento lateral do tornozelo	Winback 0,3 MHz	Não mencionado	12	Não houve redução significativa na dor e edema após 6 e 12 aplicações de Tecar. Houve melhora no score das atividades de vida diária e no percentual de satisfação do atleta.
Kim et.al 2020	Músculo gastrocnêmio	Winback 0,3 MHz	5 min CAP ² 15 min RES ¹ Intensidade baixa	1	Houve melhora significativa na ADM passiva e ativa. Pico de torque foi menor
Kumaran; Watson 2020	Osteoartrite articulação joelho	Indiba Activ 902 442 KHz	5 min CAP ² 10 min RES ¹ Intensidade baixa	Não mencionado	Aumento significativo da temperatura da pele e fluxo sanguíneo. O volume e fluxo sanguíneo profundo aumentaram significativamente.
Toader 2020	Coluna Cervical	Tecar Físio Warm 7.0	15 min CAP ² 20 min RES ¹	10	Após a aplicação da Tecar associada à cinesioterapia houve melhora na mobilidade cervical, parestesia desapareceu, vertigem atenuada, sensibilidade nos dedos retornou e não houve mais relato de dor.
Tashiro et al 2020	Músculo paravertebral	Indiba ® activ Pro Recovery HCR902 448 KHz	5 min CAP ² 10 min RES ¹ Intensidade moderada	10	A melhora significativa da dor ocorreu nos grupos de exercício e no grupo de exercício + Tecar. A incapacidade funcional foi significativa somente no grupo Exercício + Tecar
Szabo et al. 2020	Ligamento cruzado anterior	Tecar Globe Diacare 5000	Não mencionado	Não mencionado	Melhora da dor e aumento da mobilidade no grupo que utilizou a Tecar associado à cinesioterapia
Yeste-Fabregat et al. 2021	Músculo gastrocnêmio medial	T-care Tecar 0,5 MHz	15 min CAP ² 10 min RES ¹ Intensidade moderada	Não mencionado	Houve aumento significativo na temperatura local. A Tecar produziu hiperalgesia imediata, mas momentânea, normalizou após 30 minutos com redução de 10% a hiperalgesia.
Kim et al 2021	Músculo ísquio tibial	Winback 0,3 MHz	5 min CAP ² 10 min RES ¹ Intensidade moderada	1	Melhora significativa na ADM de extensão do joelho. Redução do tônus muscular, rigidez e elasticidade da tensão dos músculos isquiotibiais.

Tabela 9. Efeitos da Tecarterapia em tecidos sintomáticos**(conclusão)**

Estudo	Tipo de tecido	Aparelho	Parâmetros	N° sessões	Resultados
Rego Maia et al., 2021	Flacidez de pele do glúteo	BTL-6000 TR-Therapy	Tempo não mencionado CAP ² Intensidade alta	4	Os resultados referentes ao AutoCAD, medição métrica e fotogrametria não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. As voluntárias relataram melhora na textura e firmeza da pele na região tratada, indicando sua satisfação com o tratamento realizado
Iacob et al. 2021	Músculo isquios tibiais	INDIBA Active 701	15 a 30 min Não menciona ponteiras	Não mencionado	Redução da dor com as duas tecnologias a favor da INDIBA. Teste de ADM ativa e teste de força muscular mostram pequena diferença a favor do grupo INDIBA.
Oh et al, 2021	Articulação quadril	Winback 0,3 MHz	8 min CAP ² Intensidade moderada 8 min RES ¹ Intensidade baixa	24	Eliminação da dor e melhora da mobilidade e flexibilidade articular.
Meyer et al., 2022	Flacidez e gordura localizada aabdomen	Tekah 650 KHz	10 min CAP ² 10 min RES ¹ 20 min CAP ² /RES ¹ Intensidade alta	10	Todos os grupos apresentaram redução da perimetria em relação à linha de base. O grupo que utilizou as ponteiras capacitivas e resistivas obteve melhores resultados.
Nakamura et al., 2022	Músculo quadríceps	Indiba Active 902	10 min CAP ² 20 min RES ¹ Intensidade moderada	1	Promove recuperação da perda de força e amplitude de movimento de flexão de joelho. Pacientes com dores mais graves e com maior perda da função muscular obtiveram melhores resultados.
Wachi et al., 2022	Músculo lombar e eretores da coluna	Physio Radio Stim Pro CRET 500 KHz	5 min CAP ² 10 min RES ¹	1	Houve redução significativa na dor e na rigidez muscular. Com relação ao ponto de ativação muscular no ponto final da flexão do tronco em pé não houve diferença.

¹ Ponteira Resistiva² Ponteira Capacitiva³ Transferência Elétrica Capacitiva e Resistiva

Fonte: Autoria Própria (2022)

A Tabela 10 – Efeitos da Tecarterapia em tecidos assintomáticos mostra os efeitos da Tecarterapia em diferentes tecidos sem sintomatologias patológicas. O calor aumentou fluxo sanguíneo melhorando a flexibilidade e extensibilidade em alguns tecidos.

Tabela 10 - Efeitos da Tecarterapia em tecidos assintomáticos

(continua)

Estudo	Tipo de Tecido	Aparelho	Parâmetros	N° Sessões	Resultados
Kumaran; Watson. 2015	Coxa saudável	Indiba Active 902	Tempo não mencionado CAP RES Intensidade alta moderada baixa	2	Tanto a ponteira CAP quanto a RES aumentaram significativamente a temperatura imediatamente após a aplicação e sustentaram o aumento após 45 min. A retenção da temperatura foi maior com a ponteira RES.
Kumaran et al. 2017	Músculo panturrilha saudável	Indiba Active 902 442 Khz	5 min CAP 10 min RES Intensidade alta moderada baixa	5	Tanto uma dose alta como a dose baixa de CRET podem aumentar o volume do fluxo sanguíneo em profundidade. O volume e a intensidade do fluxo aumentaram na dose alta. OCP não aumenta volume e nem intensidade nos tecidos profundos.
Tashiro et al. 2017	Região lombar homens saudáveis	Indiba VR Pro Recovery HCR 902	5 min CAP 10 min RES Intensidade moderada	3	Saturação de hemoglobina total, oxihemoglobina foram significativamente maior nos grupos CRET e bolsa quente comparado ao placebo. Com relação as temperaturas superficial, 10 mm e 20 mm de profundidade, o grupo CRET e bolsa quente obtiveram maiores temperaturas comparado ao grupo placebo.
Duñabeitia et al. 2018	Músculo panturrilha saudável	Capenergy CIM200 Tecar	10 min RES 10 min CAP	Não mencionado	Fisiologicamente não houve alterações significativas no grupo Tecar e no grupo de controle. Alguns parâmetros biomecânicos relacionados com a marcha melhoraram mais rapidamente com aplicação da tecar comparado ao grupo controle.
Kumaran e Watson 2018	Joelho saudável	Indiba Activ 902 442 KHz	5 min CAP 10 min RES Intensidade baixa moderada alta	4	Temperatura no pós imediato a temperatura aumentou na intensidade alta, continuando a subir 20 min após a aplicação. Nos outros grupos a variação de temperatura não oscilou significativamente. Fluxo sanguíneo aumentou significativamente com a dosagem alta e se manteve após 20 min. Na intensidade baixa o fluxo aumentou, porém não significativamente.

Tabela 10 - Efeitos da Tecarterapia em tecidos assintomáticos

(Continua)

Estudo	Tipo de Tecido	Aparelho	Parâmetros	N° Sessões	Resultados
Yokota et al. 2018	Quadriceps saudável	Indiba® activ Pro Recovery HCR902 448 KHz	5 min CAP 10 min RES Intensidade moderada	1	A flexibilidade do músculo quadríceps retornou ao valor basal mais cedo no grupo CRet do que no grupo controle. Esta diferença parece ser devido aos efeitos térmicos da intervenção CRet. No presente estudo, a mudança na temperatura superficial foi de 5,1 ° C imediatamente após a intervenção do CRet.
Bito et al. 2019	Tendão de Aquiles	Indiba	5 min CAP 5 min RES 5 min RES Intensidade moderada	2	Houve diferenças estatisticamente significativas na elasticidade do e uma semana após o seu término tendão do supraespinal imediatamente após o programa de intervenção
Clijisen et al. 2019	Antebraço saudável	T-Plus 0,5 MHz	8 min CAP Intensidade moderada 8 min RES Intensidade alta	3	O modo Capacitivo induziu uma ligeira diminuição na perfusão da microcirculação da pele, enquanto o modo Resistivo teve aumento significativo. No fluxo sanguíneo intramuscular o modo Resistivo teve aumento significativo no terço proximal do antebraço
Bito et al. 2020	Caixa torácica	Indiba® activ Pro Recovery HCR902 448 KHz	5 min CAP 10 min RES	1	Tecar aumentou significativamente a mobilidade caixa torácica. A temperatura a 10 e 20 mm de profundidade aumentou comparada a superfície.
Navarro-Ledesma; Gonzalez-Muñoz 2021	Tendão supraespinal	Indiba	10 min CAP Intensidade moderada 10 min RES Intensidade alta	9	Houve diferenças estatisticamente significativas na elasticidade do e uma semana após o seu término tendão do supraespinal imediatamente após o programa de intervenção
Mohamadi et al., 2021	Músculo Isquiotibial	TecaTen 448 Khz	15 min CAP	3	O presente estudo mostrou que a terapia TECAR com alongamento estático causou um aumento maior na flexibilidade dos isquiotibiais do que apenas o alongamento estático
Monaretti et al., 2021	Pele abdomen	BTL-6000 TR-Therapy	10 min CAP Intensidade alta	1	Na análise histológica das peles tratadas com RF, a derme reticular parece apresentar feixes de fibras colágenas mais espessos e organizados, sugerindo um remodelamento do colágeno presente; nenhum infiltrado de células inflamatórias ou lesão de tecido foi observado.

Tabela 10 - Efeitos da Tecarterapia em tecidos assintomáticos

					(conclusão)
Estudo	Tipo de Tecido	Aparelho	Parâmetros	Nº sessões	Resultados
De Sousa-De Sousa et al., 2022	Membros superiores	INDIBA Active 701	20 min RES Intensidade moderada	1	Os achados não sugerem melhora significativa nas variáveis examinadas. O uso da Tecarterapia na pré-competição não é recomendado

¹ Ponteira Resistiva

² Ponteira Capacitiva

³ Transferência Elétrica Capacitiva e Resistiva

Fonte: Autoria Própria

A Tecarterapia opera com frequências mais baixas do que os dispositivos de diatermia comumente utilizados (KUMARAN et al., 2015; MOHER et al., 2015; YOKOTA et al., 2018; KIM et al., 2019; CLIJSEN et al., 2020; KUMARAN e WATSON, 2020). Alguns estudos observaram que a Tecarterapia tem a capacidade de induzir uma resposta no tecido profundo sem aumento excessivo na temperatura da pele (BITO et al., 2019; CLIJSEN et al., 2020). Por esse motivo está se tornando mais popular nas últimas décadas visto o aumento de publicações nos três últimos anos.

Em relação aos efeitos da Tecarterapia nos tecidos sintomáticos, o alívio da dor e melhora da função articular e/ou muscular foram os efeitos mais citados. Já nos tecidos assintomáticos a melhora da mobilidade e flexibilidade dos tecidos foram os achados mais citados. Esses efeitos foram promovidos pelo calor estimulado com a aplicação da Tecarterapia.

O aumento da temperatura foi encontrado tanto na superfície como na profundidade dos tecidos. O calor estimula a circulação, promove o relaxamento dos tecidos (principalmente o tecido muscular), melhora a drenagem do edema e hematoma (KUMARAN et al., 2015; ALBORNOZ-CABELLO et al., 2017; KUMARAN et al., 2017; KIM et al., 2019; BITO et al., 2020; KUMARAN e WATSON, 2020). O aumento do fluxo sanguíneo melhora a oxigenação, aumenta a saturação de hemoglobina, a microcirculação, nutrição e remoção dos resíduos metabólicos da área tratada e a temperatura interna tecidual também aumenta (KOSTEREC et al., 2016; TASHIRO et al., 2017; YOKOTA et al., 2018; BITO et al., 2019; KIM et al., 2019; KUMARAN e WATSON, 2019; BITO et al., 2020; CLIJSEN et al., 2020; OH et al.,

2021). Todos esses efeitos reduzem significativamente a dor muscular e/ou articular, melhorando a função destes tecidos (OSTI et al., 2014; GANZIT et al., 2015; COCETTA et al., 2018; DIEGO et al., 2019; KIM et al., 2019; PAOLUCCI et al., 2019; KIM et al., 2020; IACOB et al., 2021; OH et al., 2021; WACHI et al., 2022). O aumento do fluxo sanguíneo intramuscular demonstrou recuperar o músculo após treino exaustivo e melhorar a fadiga muscular mais rapidamente do que o repouso e a massagem manual (YOKOTA et al., 2018; BITO et al., 2019; TASHIRO et al., 2020). O uso da cinesioterapia ou outra técnica associado a Tecarterapia otimizou os resultados para recuperação muscular, redução da dor e aumento da mobilidade articular e/ou muscular (KUMARAN e WATSON, 2019; MASIERO et al., 2020; TOADER et al., 2020; SZABO et al., 2020; IACOB et al., 2021; KIM et al., 2021; OH et al., 2021; NAKAMURA et al., 2022). Nos estudos que fizeram acompanhamento da dor demonstraram que até dois meses após a aplicação da Tecarterapia o alívio da dor permanecia (KIM et al., 2019; KUMARAN e WATSON, 2020; TASHIRO et al., 2020; TOADER et al., 2020). Em contrapartida, alguns estudos verificaram que o uso da Tecarterapia na dor não teve melhora significativa, porém houve melhora significativa na realização das atividades da vida diária (DAVARI et al., 2021). Em pontos gatilhos o calor causou hipersensibilidade na região momentaneamente, sendo normalizada após trinta minutos após a aplicação YESTE-FABREGAT et al., 2021).

O calor aumenta a flexibilidade dos tecidos, com isso melhora a função articular e muscular, melhorando a amplitude de movimento (BITO et al., 2020; KIM et al., 2021; MOHAMADI et al., 2021; NAVARRO-LEDESMA et al., 2021; NAKAMURA et al., 2022). No estudo de Yokota et al (2018) observaram que a flexibilidade e relaxamento do músculo quadríceps retornou ao valor basal mais rapidamente no grupo que utilizou a Tecarterapia comparado ao controle que fez repouso após treino exaustivo. Já no estudo de Duñabeitia et al (2018) verificaram que os parâmetros biomecânicos (comprimento do passo, frequência do passo, altura do passo e ângulo do passo) melhoraram mais rapidamente com a Tecarterapia do que com o repouso passivo após uma sessão de treinamento exaustiva. Em contrapartida, no estudo de De Sousa-De Sousa et al (2022) o uso da Tecarterapia antes da pré-competição não houve melhora no desempenho dos atletas. Sugerindo que o aumento do fluxo sanguíneo melhora a recuperação muscular e não o rendimento muscular.

Além do relaxamento muscular, o aumento da temperatura aumentou a reabsorção de líquidos de edema persistente. No estudo de Cau et al (2019) compararam a Tecarterapia com outras técnicas (drenagem manual, pressoterapia) para o tratamento do linfedema. O resultado com a Tecarterapia foi mais eficaz e com número de sessões menor. Em outro estudo, Vincent (2020) relatou melhora significativa na quarta e sétima sessão com o uso da Tecarterapia para tratamento de edema no pós-operatório de fratura do fêmur.

Os efeitos térmicos da Tecarterapia são promovidos com intensidades moderada a alta. Efeitos não térmicos, com intensidade baixa também são encontrados com a aplicação da Tecarterapia. O uso de intensidades baixas é suficiente para acelerar e/ou aumentar a atividade metabólica celular (KUMARAN et al., 2018; PAOLUCCI et al., 2019; VINCENT, 2020; NAVARRO-LEDESMA et al., 2021). A passagem de fluxo de corrente elétrica, pode produzir uma interação eletromagnética nos tecidos com pouco ou nenhum efeito térmico. Ao contrário dos efeitos térmicos, acredita-se que os efeitos não térmicos da radiofrequência ocorram predominantemente no nível celular. Permitindo o tratamento de doenças nas fases aguda e subaguda, sem causar aumento do processo inflamatório que ocorre devido ao aumento da temperatura do tecido (KUMARAN et al., 2018; KUMARAN e WATSON, 2019).

O aumento da proliferação celular, no entanto, parece estar associado principalmente ao fluxo de corrente, e não ao aumento da temperatura (KOSTEREC et al., 2016; KUMARAN e WATSON, 2020). Já o estudo de Monaretti et al (2021) demonstrou na histologia de tecido humano tratado com radiofrequência na temperatura de 40°C que a derme reticular apresenta-se mais espessa e organizada. Sugerindo um remodelamento do colágeno presente e sem sinais inflamatórios. No estudo de Rego Maia et al (2021) a Tecarterapia com dose hipertérmica foi usada associada a terapia manual para flacidez tissular em região glútea e apresentou resultados satisfatórios na flacidez tissular.

Além desses efeitos, a intensidade alta reduziu a perimetria da circunferência abdominal, espessura da gordura subcutânea e dobra cutânea, percebendo melhora no aspecto celulítico em membros inferiores. Alguns estudos associaram atividade física e obtiveram resultados satisfatórios (NOITES et al., 2019; VALE et al., 2020).

Nos estudos as intensidades são mensuradas utilizando a escala de Schliephake que permite o monitoramento qualitativo da percepção da temperatura pelo participante. Esta escala é composta por 4 níveis: I sem perceber calor, intensidade muito baixa, II - percepção de calor moderado, intensidade baixa, III - percepção de calor evidente, intensidade moderada e IV - forte, mas não desagradável, percepção de intensidade forte (NOITES et al., 2016; VALE et al., 2020).

Com relação as ponteiras, a Tecarterapia utiliza dois tipos de ponteiras: capacitiva e resistiva. A combinação das ponteiras foi a mais utilizada, já que a passagem do calor é transmitida em todos os tecidos tanto superficiais como profundos. No estudo comparativo entre as ponteiras Meyer et al (2022) concluíram que a combinação das ponteiras capacitiva e resistiva apresentaram melhores resultados quando comparada ao uso isolado de cada ponteira.

O uso da Tecarterapia na prática clínica tem sido utilizado por quase 20 anos, mas apenas alguns estudos recentes investigaram sua eficácia clínica. Muitos dos efeitos precisam de mais estudos assim como a comparação de resultados com outros dispositivos de diatermia.

Pode-se citar como limitação deste estudo a adversidade de protocolos e os tipos de tecidos utilizados nos estudos. Não permitindo um consenso sobre qual ponteira deve ser aplicada a determinado tipo de tecido. Bem como não foi possível identificar a dose que deve ser prescrita para cada tipo de patologia estudada.

A Tecarterapia mostrou efeitos benéficos tanto em tecidos saudáveis como em tecidos sintomáticos. O aumento da temperatura foi predominante em todos os tecidos, sendo um aquecimento maior na profundidade do que na superfície. No tratamento dos tecidos sintomáticos a Tecarterapia apresentou redução da dor e melhora da função em diferentes tecidos como músculo, tendão e articulações. E nos tecidos saudáveis, o aumento do fluxo sanguíneo e da mobilidade dos tecidos melhorou a função dos músculos e tendões. Além desses efeitos, a proliferação celular e redução de lipídios do interior dos adipócitos foi citada em alguns estudos. Efeitos que necessitam de estudos futuros.

3 METODOLOGIA

Para alcance do objetivo geral e dos objetivos específicos, o projeto que concebeu este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), sob o no. de CAAE: 4.996.821.

3.1 Tipo de estudo e amostra

Esta é uma pesquisa longitudinal, de abordagem quantitativa e qualitativa, do tipo descritiva. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), estudo descritivo tem por perspectiva observar, levantar, documentar, interpretar e ordenar aspectos de fatos de determinada situação. Resume o estado do fenômeno, buscando identificar frequência, característica, relação e associação entre as variáveis; utiliza-se, para este fim, de técnicas peculiares, como intervenção e observação “in loco”, realização de entrevistas e aplicação de questionários e formulários.

Para a realização deste estudo foram recrutadas 23 mulheres saudáveis entre 40 a 55 anos, com queixa de acúmulo de adiposidade localizada abdominal. As participantes assinaram o Termo de Consentimento para uso de imagem e som de voz (TCUISV) previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, compondo a amostra do estudo.

O recrutamento das voluntárias foi realizado a partir de um plano de divulgação pelas redes sociais (Facebook, Instagram, e-mail, Broadcast) (APÊNDICE A).

No caso da presente pesquisa, um levantamento por meio de uma pesquisa de revisão sistemática foi realizado (IDA et al., 2023), em que se observou, entre outras variáveis, a questão do número de participantes que compunham a amostra dos estudos relacionados à aplicação da tecnologia da Tecarterapia, procurando dados que pudessem auxiliar a determinar a amostra. A partir da realização da pesquisa, concluiu-se que os estudos na área indicavam amostras entre um e 66 participantes, com média de 33,5 participantes.

Ainda, utilizando-se como base os estudos realizados na área da Fisioterapia Dermatofuncional, como é o caso do presente estudo, observou-se que os números das amostras eram ainda menores, entre sete a 32 participantes, com média de 19,5 participantes. Realizando uma associação do tamanho da amostra com a área do

estudo: a utilização da tecnologia da Tecarterapia para o tratamento do acúmulo de gordura corporal localizada, verificou-se que os estudos, também eram escassos, demonstrando aumento de publicações ao longo dos cinco últimos anos. (IDA et al., 2023).

3.2 Critérios de inclusão e exclusão

Como critério para inclusão das participantes, além de serem do gênero feminino, deveriam residir na cidade de Curitiba-PR ter idade entre 40 a 55 anos e não poderiam ter entrado no período da menopausa. A participante não poderia fazer uso de nenhum medicamento para doenças crônicas e deveria apresentar espessura mínima de dois cm de camada adiposa na região abdominal medida pelo adipômetro.

Como critério para exclusão das participantes, foram adotadas as seguintes condições: possuir qualquer uma das contraindicações para o uso da Tecarterapia (doença cardíaca, hipertensão arterial, diabetes descompensada, possuir riscos de trombose venosa profunda e apresentar hipersensibilidade ou insensibilidade ao calor); implantes metálicos no local da aplicação; uso de qualquer dispositivo eletrônico implantado (pacemaker, marcapasso); uso de DIU de cobre; indivíduos que realizaram qualquer tratamento para redução da adiposidade localizada abdominal em menos de um ano; dermatite, lesão ou irritação no local de aplicação; gestantes ou lactantes; pacientes com histórico de câncer; todas aquelas que não completaram as seis sessões em nove semanas e as que apresentaram IMC maior ou igual a 30 Kg/h² (m).

3.3 Coleta de dados

A coleta de dados, fotografias e aplicações da Tecarterapia foram realizadas numa sala reservada no consultório da pesquisadora localizado no bairro Bigorriho da cidade de Curitiba-PR.

Após a seleção das participantes, ocorreu a primeira visita ao local de atendimento. A participante foi recepcionada pela pesquisadora após a higienização das mãos com álcool 70% e com todos os EPI's (Equipamento de Proteção Individual) como jaleco de manga comprida, touca e máscara descartável. O uso de máscara de proteção e higienização das mãos com álcool 70% era obrigatório pela voluntária também para prevenção da contaminação por COVID-19 (OPAS – Organização Pan-

americana da Saúde, 2020) e foi fornecido pela pesquisadora para o uso no local do atendimento.

Neste primeiro encontro foi apresentado e explicado individualmente o objetivo da pesquisa, entregue o Termo de Consentimento TCUISV, para a participante ler e compreender todo o processo antes de assiná-lo. Nesse encontro ainda, foi passada a orientação para que não houvesse alteração do padrão alimentar e nem da prática de atividade física, para aquelas que o praticassem.

Nessa visita ainda foram agendados os horários dos próximos atendimentos, que poderiam ser de segunda a sexta das 9h às 19h. Cada participante possuiu um horário fixo durante toda a pesquisa e as sessões foram realizadas uma vez por semana com duração de aproximadamente 50 minutos. Os agendamentos foram realizados de hora em hora para arejar a sala e possibilitar a assepsia do local para o próximo atendimento (OPAS – Organização Pan-americana da Saúde, 2020).

Na avaliação foram coletados dados antropométricos (peso e altura), perimetria da circunferência abdominal em quatro pontos, espessura da camada adiposa mensurada por um adipômetro e um questionário sobre a prática de atividade física (ANEXO B) e frequência alimentar (ANEXO A), visando o acompanhamento de possíveis mudanças na rotina alimentar ou de atividade física.

Após a aplicação dos questionários, a voluntária foi orientada a despir-se e permanecer com sua lingerie ou traje de banho para a coleta dos dados antropométricos (peso e altura). Uma balança digital da marca Plenna foi utilizada para pesar a voluntária e uma fita métrica da marca Cescorf com graduação em milímetros afixada na parede foi utilizada para medir a altura da participante. Após a avaliação antropométrica, as fotos foram tiradas com uma câmera fotográfica da marca Sonny. A câmera estava posicionada numa distância de 1 m da participante com uma demarcação no chão para que a distância fosse padronizada. A participante permaneceu na posição ortostática com os braços na lateral do corpo para a realização da foto na posição frontal. Na posição lateral direita e lateral esquerda os braços permaneceram dobrados na altura da região peitoral. As fotos foram tiradas somente da região abdominal.

Para a aferição da perimetria da circunferência abdominal, a participante permaneceu na posição ortostática com a posição dos pés na largura do quadril. A pele foi demarcada com lápis de olho branco sem riscos para a participante em quatro pontos: 5 cm e 10 cm acima da cicatriz umbilical, cicatriz umbilical e 5 cm abaixo da

cicatriz umbilical. Utilizando uma fita métrica antropométrica da marca Cescorf graduada em milímetros posicionada sobre os pontos demarcados, a circunferência abdominal foi mensurada. A medição foi repetida três vezes consecutivas e anotadas na ficha de avaliação (APÊNDICE B). Essas medidas foram colocadas numa planilha do Excel e a média das três medidas foi considerada para a análise dos dados.

Na mesma posição a espessura da camada adiposa abdominal foi mensurada com o adipômetro clínico da marca Cescorf. Realizou-se uma prega com o polegar e indicador entre a pele e tecido adiposo a 5 cm lateralmente da cicatriz umbilical esquerda e essa medida foi repetida três vezes e anotada na ficha de avaliação (APÊNDICE B). Assim como nas medidas da circunferência abdominal, as três medidas do adipômetro foram planilhadas e para análise dados a média das medidas foi considerada.

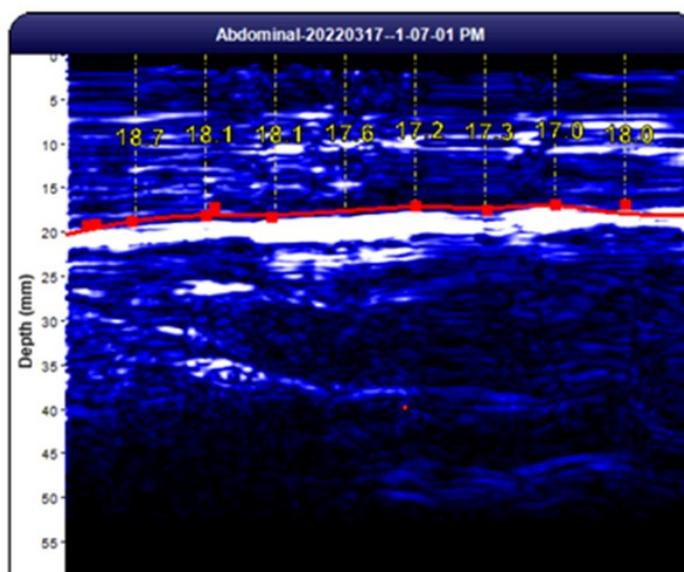
A imagem da espessura da camada adiposa foi captada por um aparelho de ultrassom portátil da marca BodyMetrix BX 2000.

O instrumento foi acondicionado perpendicularmente à pele com uma pequena quantidade de gel neutro incolor da marca RMC, conforme Figura 4 - Captação da imagem da espessura da camada adiposa com o Ultrassom portátil BodyMetrix BX 2000. O aparelho foi posicionado a 5 cm lateralmente da cicatriz umbilical esquerda. O ultrassom estava conectado a um software que registrou a imagem da espessura da camada adiposa subcutânea. Dentre as oito medidas apresentadas pelo software, selecionou-se a quarta medida para análise dos dados (Figura 5 – Medidas do Software).

Figura 4 Captação da imagem da espessura da camada adiposa com o Ultrassom portátil BodyMetrix BX 2000



Fonte: www.bodymetrix.com.br (2023)

Figura 5 Medidas do Software

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Ao final das seis aplicações, na avaliação final, repetiu-se a mensuração dos dados antropométricos, perímetria e espessura da camada adiposa e foram repetidos os questionários de investigação da rotina alimentar e de atividade física.

Toda a coleta de dados foi acompanhada por anotações, pela pesquisadora principal, num Diário de Campo da Pesquisa, em que foram sendo escritas notas a respeito do processo de pesquisa, em especial relativas ao comportamento das participantes, sentimentos, falas, percepções. Também, as participantes foram questionadas sobre os efeitos adversos ou qualquer outra observação sobre o tratamento que estavam recebendo.

As participantes foram todas codificadas numericamente (1 a 23) conforme os dados da coleta foram colocados na planilha do Excel.

3.3.1 Aplicação do protocolo de tratamento

O tratamento proposto consistiu em seis aplicações com o equipamento Tecare da marca HTM (Registro da Anvisa nº 80212480015) uma vez por semana com duração de 50 minutos.

Figura 6 Aparelho Tecare HTM

Fonte: Manual equipamento Tecare HTM (2020)

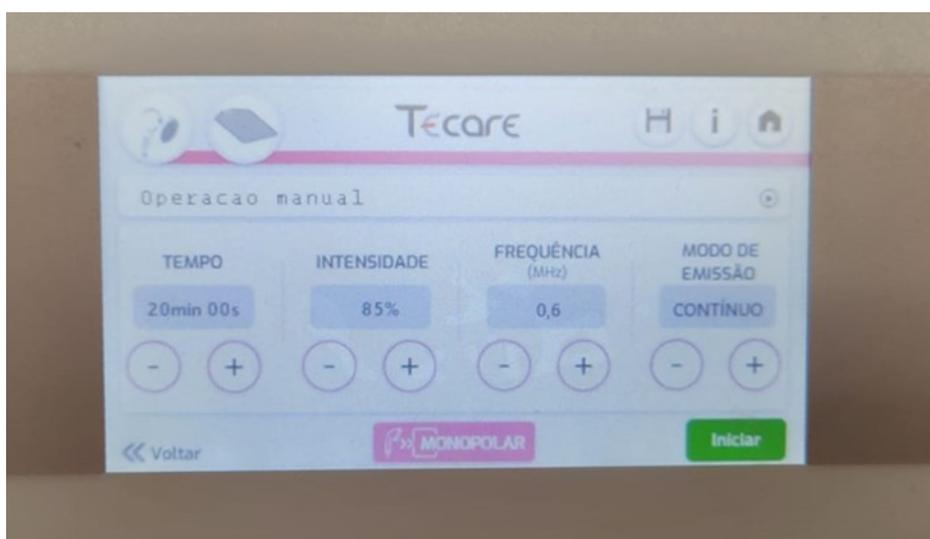
Antes da paciente deitar-se, a região com acúmulo de gordura localizada abdominal foi demarcada com lápis branco num quadrante aproximado de 300 cm². Após a demarcação a participante deitou-se na maca recoberta com lençol descartável de TNT e lençol de papel, posicionando-se confortavelmente (Figura 7 – Maca preparada). A higienização da pele foi realizada com clorexidina alcóolico 0,5% e na sequência o equipamento foi programado na frequência de 0,6 MHz, modo contínuo e intensidade de 85%. A sensação que a participante deveria sentir era um calor moderado, podendo a intensidade ser aumentada até 100%. Para a percepção do calor utilizou-se a Escala de Schliephake nível IV (forte, mas não desagradável, percepção de intensidade forte), conforme anexo C.

Figura 7 – Maca preparada

Fonte: Autoria Própria (2023)

A intensidade de calor inicialmente foi ajustada no equipamento em 85%, na primeira sensação de calor a participante sinalizava para a pesquisadora e conforme o tempo de aplicação decorria, o aquecimento era relatado pela participante e quando essa não relatava a pesquisadora questionava sobre a sensação de calor. Em todas as sessões a intensidade se manteve em 85% até o fim do tratamento, já que todas as participantes relataram sensação de calor intensa não tolerando mais acréscimo de energia.

Figura 8 – Tela de parâmetros



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 9 Demarcação da área tratada



Fonte: Autoria Própria (2023)

Um creme com uma base emulsionada rica em manteiga de cupuaçu, pantenol, algas e aveia (Tecar Glycerall) – water, glycerin, caprylic/capric triglyceride, grape seed oil, fucus vesiculosus extract, cetareth 20, diisopropyl adipate, panthenol, avena sativa seed extract, acrylates/C10-30 alkyl acrylate crosspolymer, theobroma

grandiflorum seed butter, butyrospermum parkii butter, tocopheryl acetate, isopropanolamine, parfum (fragrance) phenoxyethanol, ethylhexylglycerin, disodium EDTA, linalool, butylphenyl methylpropional, hexyl cinnamal, coumarin, alpha-isomethyl ionone, sugerido pelo fabricante do equipamento foi aplicado diretamente sobre a pele e sobre a placa dispersiva que foi colocada na região lombar.

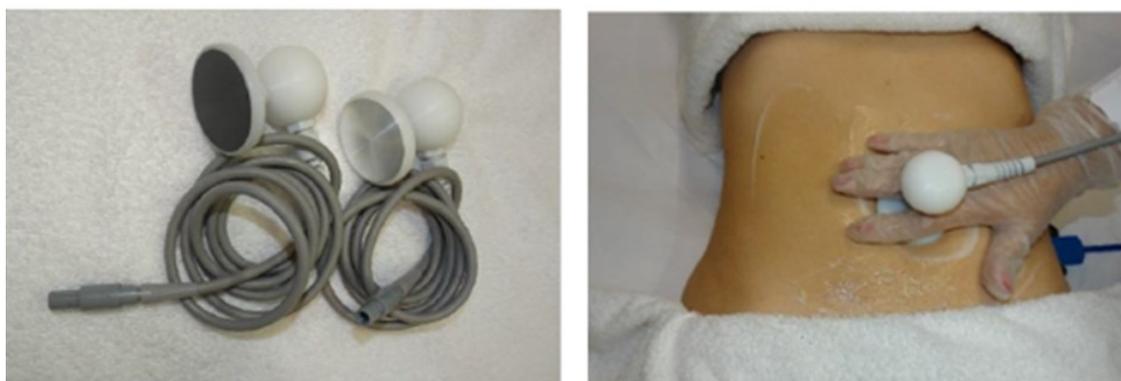
Figura 10 Placa dispersiva com creme Glyceral e local de colocação da placa dispersiva



Fonte: Manual equipamento Tecare HTM (2020)

A ponteira RES de 70 mm foi posicionada perpendicularmente à pele da região abdominal demarcada e por 20 min esse aplicador massageou a região tratada. Ao término do tempo, o aplicador foi trocado pelo CAP 70 mm, a reposição do creme condutor foi realizada conforme necessidade e por mais 20 min este aplicador massageou a região tratada.

Figura11 Aplicadores capacitivo e resistivo e Aplicação tecarterapia no abdômen



Fonte: Manual equipamento Tecare HTM (2020)

Ao fim da aplicação a região passou pela higienização com papel toalha e a participante foi liberada. Os aplicadores foram higienizados com papel toalha para retirar o excesso de creme e com uma toalha úmida e sabão neutro realizou-se a

finalização da higienização dos aplicadores. Após a limpeza uma solução de clorexidine foi aplicada nas ponteiros para a assepsia. O lençol de papel descartável da marca Plumax foi trocado para o próximo atendimento. Todas as superfícies do local foram higienizadas com álcool 70%. (OPAS – Organização Pan-americana da Saúde, 2020).

3.4 Análise dos dados

A análise dos dados quantitativos foi realizada no software JAMOVI. Para caracterização da amostra foram utilizadas medidas de tendência central e de dispersão. Para testar a normalidade dos dados foram utilizados os testes de Kolmogorov-Smirnov e de Shapiro-Wilk. A comparação do valor das variáveis entre o início e o final do tratamento foi realizada por meio do teste t pareado. Já a comparação dos valores entre os grupos foi realizada por meio do teste t para amostras independentes. A análise dos dados referentes a ressonância magnética foi do tipo descritiva e Teste de Wilcoxon para análises pareadas não paramétricas. A dimensão do efeito (Effect Size) foi avaliada pelo d de Cohen. Todos os testes utilizaram o nível de 5% para o alfa ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS

Tendo como base inicial o conjunto de protocolos disponíveis e indicados no próprio equipamento utilizado para esta pesquisa (LOPES, 2020), associado à investigação das técnicas que apresentaram evidências na literatura científica, a partir da pesquisa de referencial teórico realizada, em que foram investigadas pesquisas atualizadas e, também, o histórico da tecnologia envolvida e seus usos, foi possível determinar um protocolo para este presente estudo. Dessa forma, apresenta-se como um dos resultados da presente pesquisa, o Protocolo Biomédico para Redução da Adiposidade Abdominal Localizada em Mulheres de Meia-idade, utilizando-se a tecnologia da Tecarterapia.

4.1 Protocolo Biomédico Para Redução Da Adiposidade Abdominal Localizada Em Mulheres De Meia-idade

Existem evidências de que o calor produzido por algumas tecnologias - notadamente os recursos térmicos, como o ultrassom e a RF - consegue estimular a lipólise do tecido adiposo. Durante esses procedimentos, ocorre lise do tecido adiposo devido a danos nas membranas das células dos adipócitos. Supõe-se que os triglicerídeos liberados dos adipócitos danificados possam estar dispersos no líquido intersticial. Eles são gradualmente transportados por meio dos sistemas linfático e sanguíneo para o fígado (DA SILVA SIQUEIRA e MAIA, 2019; IDA et al., 2020; KIEDROWICZ et al., 2022; VALENTIM DA SILVA et al., 2022).

A utilização do ultrassom como modalidade terapêutica teve início na década de 1930, sendo sua propriedade de aquecer os tecidos (efeito térmico), aumentando consideravelmente o metabolismo local. Seu principal efeito biológico é acelerar a recuperação de lesões musculoesqueléticas. Desde então, a tecnologia do ultrassom terapêutico vem se aprimorando, com diferentes frequências e diversas aplicações terapêuticas que vão desde permeação de fármacos ativos até a utilização para tratamento de gordura localizada (DA SILVA SIQUEIRA e MAIA, 2019). Diante de tal desenvolvimento desse recurso, inúmeras pesquisas têm sido publicadas a cada ano e novas diretrizes que sustentam a prática clínica segura da terapia ultrassônica têm sido apresentadas (DA SILVA SIQUEIRA e MAIA, 2019; TAHA et al., 2021; VALENTIM DA SILVA et al., 2022).

Para aprimorar os tratamentos fisioterapêuticos dermatológicos a indústria desenvolveu diferentes tipos de ultrassom (HIFU), para gerar maior aquecimento tecidual na tentativa de estimular a destruição do adipócito de forma segura (HONG et al., 2020; IDA et al., 2020; TAHA et al., 2021). O HIFU fornece energia ultrassônica focada e de alta intensidade ao tecido subcutâneo profundo, produzindo calor capaz de eliminar o tecido adiposo e modificar termicamente o colágeno. A exposição dos adipócitos a uma temperatura de 56°C ou superior por um segundo é adequado para causar morte celular rápida por necrose coagulativa (HONG et al., 2020; IDA et al., 2020; TAHA et al., 2021; KIEDROWICZ et al., 2022).

Outro método não invasivo, a RF, gera calor em diferentes tecidos a partir da transformação da energia eletromagnética em energia térmica. Os primeiros estudos sobre RF surgiram para tratamentos de flacidez tissular, com poucos resultados sobre o tecido adiposo. Com o desenvolvimento tecnológico surgiram equipamentos com diferentes ponteiros que atingiam profundidades maiores gerando aquecimento no tecido subcutâneo (BONJORNIO et al., 2019; VALENTIM DA SILVA et al., 2022; KIEDROWICZ et al., 2022).

O aumento da temperatura causa vasodilatação e aumento do metabolismo tecidual, bem como a destruição das ligações cruzadas entre as fibras de colágeno. O aquecimento obtido por RF diminui a distensão do tecido conjuntivo frouxo por meio do mecanismo de desnaturação do colágeno. Os fibroblastos aquecidos também ativam a formação de novo colágeno, além da deposição do novo colágeno, a longevidade do fibroblasto também é aumentada (BONJORNIO et al., 2019; KIEDROWICZ et al., 2022).

A dosimetria da RF na forma não ablativa (tratamentos para flacidez) deve atingir uma temperatura terapêutica entre 40°C a 45°C. Os efeitos do calor na apoptose celular são proeminentes em uma faixa de temperatura de 40°C a 55°C, com ruptura em torno de 43°C (BONJORNIO et al., 2019). A partir do conhecimento de que altas temperaturas poderiam destruir células, estudos com RF para redução de gordura começaram a surgir. Manuskiatti et al. (2009) realizaram um estudo com 37 mulheres com idades entre 23 a 60 anos para redução de gordura localizada nas seguintes localizações: coxas, abdômen, braços e glúteos. Realizaram oito sessões semanais mantendo uma temperatura de 40 – 42°C, que resultaram após quatro semanas em redução significativa do diâmetro do abdômen de $3,50 \pm 4,61$ ($p=0,002$)

com redução máxima de 14,4 cm no abdômen e $1,71 \pm 2,20$ cm ($p=0,002$) com redução máxima de 9,1 cm nas coxas.

O estudo de Valentim da Silva et al. (2022) associou a terapia do ultrassom com a RF (ultra frequência) em 15 mulheres com idades entre 20 a 40 anos, mantendo uma temperatura entre 40°C a 43°C por 15 minutos. A combinação das duas tecnologias sugere que seus efeitos se sobrepõem e apresentaram maiores reduções na circunferência abdominal ($p=0,001$) quando comparadas ao grupo que recebeu a ultracavitação apenas.

Para melhor eficácia da aplicação da RF é importante ressaltar que as ponteiros devem ser movidas na superfície da pele durante o tratamento para manter a temperatura elevada na área-alvo. No entanto, é um desafio atingir temperaturas uniformes e mantê-las estáveis, já que há alguns relatos de que a RF fornece muita energia, e por esse motivo pode ser dolorida para alguns pacientes, o que pode limitar a eficácia dessa dinâmica. (MANUSKIATTI et al., 2009; BONJORNIO et al., 2019).

Estudos mais recentes mostram a evolução da RF com a Tecarterapia para redução da adiposidade. Kwon et al. (2019), estudaram o efeito das diferentes ponteiros CAP e RES no tecido adiposo de suínos. Verificaram que tanto a ponteira CAP, quanto a ponteira RES lesionam a membrana do adipócito induzindo lipólise e apoptose celular. Quando usada a combinação das ponteiros a lesão foi mais acentuada no tecido adiposo e sem danos para a superfície da pele. Meyer et al. (2022) realizaram o mesmo estudo, mas em 32 mulheres com idades entre 25 a 45 anos e obtiveram os mesmos resultados. O grupo experimental da combinação das ponteiros CAP e RES resultou numa maior redução da perimetria da circunferência abdominal e espessura da camada adiposa, quando comparado ao grupo experimental das ponteiros isoladas.

Noites et al. (2020) e Vale et al. (2020) aplicaram a Tecarterapia na região abdominal e associaram atividade física após a aplicação e obtiveram redução da circunferência abdominal.

Em todos os estudos realizados com a Tecarterapia a frequência utilizada variou entre 0,442 MHz a 0,650 MHz. E o tempo de aplicação variou de acordo com a região a ser tratada. O manual do equipamento utilizado nesta pesquisa apresenta três frequências de trabalho (0,6; 1,2 e 2,4 MHz) e o tempo de aplicação sugerido para o tratamento de médio/grande volume de gordura localizada é de 20 minutos para uma área de 300 cm².

Em relação ao número total de sessões de tratamento, a pesquisa realizada na literatura mostrou que os estudos são controversos, tendo estudos de uma única sessão até 24 sessões. Para tratamento de gordura, os estudos analisados realizaram uma sessão (KWON et al. 2019; NOITES et al., 2016), quatro sessões (VALE et al., 2020) e dez sessões (MEYER et al., 2022).

Estes são os pressupostos que nortearam o presente estudo e auxiliaram a determinar um protocolo específico para o tratamento de redução da adiposidade abdominal não invasiva e que o submete à presente pesquisa que poderá fazer refletir, possivelmente gerando evidências científicas acerca de sua eficiência no tratamento.

Na sequência, o Quadro 1 – Protocolo de tratamento da Tecarterapia, revela os parâmetros adotados para a consecução do estudo.

Quadro 1 - Protocolo de tratamento da Tecarterapia

Programação do equipamento de Tecarterapia	
Fase 1	Ponteira RES
Tempo de aplicação	20 minutos
Intensidade de calor	85%
Frequência	0,6 MHz
Modo de aplicação	Contínuo
Camada adiposa mínima	2 cm
Sessões semanais	1 vez
Modo de aplicação ponteira	Deslizamento sobre a pele
Quantidade de creme	20 a 30 gramas
Área	300 cm ²
Fase 2	Ponteira CAP
Tempo de aplicação	20 minutos
Intensidade de calor	85%
Frequência	0,6 MHz
Modo de aplicação	Contínuo
Camada adiposa mínima	2 cm
Sessões semanais	1 vez
Modo de aplicação ponteira	Deslizamento sobre a pele
Quantidade de creme	20 a 30 gramas
Área	300 cm ²

Fonte: Autoria Própria (2023)

O protocolo foi composto por duas fases, pois na mesma sessão as duas ponteiros CAP e RES são aplicadas, considerando-se que o uso das duas ponteiros aumenta o tempo de exposição ao calor tanto na superfície como nos tecidos mais profundos e intensifica os efeitos no tecido adiposo.

4.2 Análise Da Aplicação Do Protocolo Biomédico Para Redução Da Adiposidade Abdominal Localizada Em Mulheres De Meia-Idade

A amostra foi composta por 23 mulheres com idade entre 40 a 55 anos, sem nenhuma doença crônica do tipo diabetes, doença cardíaca ou hipertensão e que não entraram na menopausa. O peso médio das voluntárias era de 68,04 Kg desvio padrão 8,22 p valor 0,264 e IMC médio 26,08 desvio padrão 3,32. Não houve variação alimentar de acordo com os dados colhidos, já que as voluntárias foram orientadas a não variar o padrão alimentar.

A Tabela 11 - Análise comparativa das variáveis antropométricas de 23 mulheres, antes e depois do período de tratamento com Tecarterapia, mostra os dados comparativos do antes e depois de seis aplicações da tecarterapia. A análise da tabela 1 demonstra a eficácia do tratamento, pois houve redução significativa na perimetria da circunferência abdominal. As medidas da cicatriz umbilical e nos dois pontos acima e abaixo da cicatriz umbilical foram os que obtiveram maior redução. Dados comprovados também pela plicometria com o adipômetro.

Tabela 11 Análise comparativa das variáveis antropométricas de 23 mulheres, antes e depois do período de tratamento com Tecarterapia

(continua)

		Média	Desvio Padrão	p valor
Par 1	Peso antes	68.54	8.22	0.264
	Peso depois	68.71	8.09	
Par 2	IMC antes	26.08	3.32	0.267
	IMC depois	26.14	3.28	
Par 3	Circunferência 10cm acima cicatriz umbilical antes	81.95	6.98	0.069
	Circunferência 10cm acima cicatriz umbilical depois	81.31	7.38	
Par 4	Circunferência 5cm acima cicatriz umbilical antes	82.6	7.37	<0.001
	Circunferência 5cm acima da cicatriz umbilical depois	81.39	7.66	
Par 5	Circunferência umbigo antes	87.54	8.36	<0.001
	Circunferência umbigo depois	86.3	8	

Tabela 11 Análise comparativa das variáveis antropométricas de 23 mulheres, antes e depois do período de tratamento com Tecarterapia

		(conclusão)		
		Média	Desvio padrão	p valor
Par 6	Circunferência 5cm abaixo cicatriz umbilical antes	93.03	7.47	0.031
	Circunferência 5cm abaixo cicatriz umbilical depois	92.11	7.72	
Par 7	Espessura adipômetro antes	2.93	0.49	0.021
	Espessura adipômetro depois	2.74	0.43	
Par 8	Frequência Atividade Física antes	2.39	1.94	0.398
	Frequência Atividade Física depois	2.65	2.14	

*IMC – Índice de massa corporal

Fonte: Autoria Própria (2022)

A Tabela 12 - Análise comparativa das variáveis antropométricas, antes e depois, da aplicação com Tecarterapia de 12 mulheres sedentárias ou que praticavam atividade física até três vezes / semana, mostra que a aplicação da Tecarterapia é eficaz em indivíduos que não praticam atividade física ou que praticam menos de três vezes por semana (n=12), já que houve redução significativa em duas medidas.

Tabela 12 Análise comparativa das variáveis antropométricas, antes e depois, da aplicação com Tecarterapia de 12 mulheres sedentárias ou que praticavam atividade física até três vezes / semana

		(continua)		
		Média	Desvio Padrão	p valor
Par 1	Peso antes	69.7	9.22	0.524
	Peso depois	69.84	9.04	
Par 2	IMC antes	26.48	3.71	0.574
	IMC depois	26.53	3.61	
Par 3	Circunferência 10cm acima cicatriz umbilical antes	81.98	7.52	0.186
	Circunferência 10cm acima cicatriz umbilical depois	81.61	7.78	
Par 4	Circunferência 5cm acima cicatriz umbilical antes	83.45	7.43	0.03
	Circunferência 5cm acima cicatriz umbilical depois	82.3	8.02	
Par 5	Circunferência umbigo antes	89.9	8.55	0.018
	Circunferência umbigo depois	89.04	8.1	

Tabela 12 Análise comparativa das variáveis antropométricas, antes e depois, da aplicação com Tecarterapia de 12 mulheres sedentárias ou que praticavam atividade física até três vezes / semana

		(conclusão)		
		Média	Desvio padrão	P valor
Par 6	Circunferência 5cm abaixo cicatriz umbilical antes	95.3	8.48	0.466
	Circunferência 5cm abaixo cicatriz umbilical depois	94.78	8.58	
Par 7	Espessura adipômetro antes	3	0.49	0.213
	Espessura adipômetro depois	2.84	0.38	
Par 8	Frequência Atividade Física antes	1.17	1.4	0.266
	Frequência Atividade Física depois	0.83	0.94	

*IMC – Índice de massa corporal

Fonte: Autoria Própria (2022)

A Tabela 13 - Análise comparativa das variáveis antropométricas, antes e depois, da aplicação da Tecarterapia de 11 mulheres praticantes de atividade física mais de três vezes / semana, mostra que os resultados podem ser potencializados com a prática de atividade física igual ou maior de três vezes por semana.

Tabela 13 Análise comparativa das variáveis antropométricas, antes e depois, da aplicação da Tecarterapia de 11 mulheres praticantes de atividade física mais de três vezes / semana

		(continua)		
		Média	Desvio Padrão	p valor
Par 1	Peso antes	67.27	7.2	0.373
	Peso depois	67.48	7.14	
Par 2	IMC antes	25.64	2.96	0.338
	IMC depois	25.72	3	
Par 3	Circunferência 10cm acima cicatriz umbilical antes	81.92	6.7	0.179
	Circunferência 10cm acima cicatriz umbilical depois	80.99	7.28	
Par 4	Circunferência 5cm acima cicatriz umbilical antes	81.66	7.54	0.002
	Circunferência 5cm acima cicatriz umbilical depois	80.39	7.5	

Tabela 13 Análise comparativa das variáveis antropométricas, antes e depois, da aplicação da Tecarterapia de 11 mulheres praticantes de atividade física mais de três vezes / semana

		(conclusão)		
		Média	Desvio padrão	p valor
Par 5	Circunferência umbigo antes	84.97	7.71	0.001
	Circunferência umbigo depois	83.32	7.07	
Par 6	Circunferência 5cm abaixo cicatriz umbilical antes	90.55	5.54	0.003
	Circunferência 5cm abaixo cicatriz umbilical depois	89.2	5.67	
Par 7	Espessura adipômetro antes	2.85	0.5	0.043
	Espessura adipômetro depois	2.63	0.48	
Par 8	Frequência Atividade Física antes	3.73	1.56	0.096
	Frequência atividade física depois	4.64	0.92	

*IMC – Índice de massa corporal

Fonte: Autoria Própria (2022)

5 DISCUSSÃO

O objetivo geral desta pesquisa foi desenvolver um protocolo de tratamento baseado na Tecarterapia para redução da adiposidade localizada abdominal em mulheres de meia-idade. Desta maneira a montagem do protocolo foi realizada com base em técnicas descritas na literatura que utilizam o aquecimento da RF no tecido adiposo (COSTA et al., 2009; MANUSKIATTI et al., 2009; QIN et al., 2020; KIEDROWICZ et al., 2022; VALENTIM DA SILVA et al., 2022).

O estudo de Costa et al. (2009) foi um dos primeiros a relatar que o aumento da temperatura com um equipamento com frequências de RF poderia reduzir espessura da camada adiposa. Costa et al (2009) utilizou um equipamento de Tecarterapia (TEC – Transferência Elétrica Capacitiva) em mulheres com idades entre 19 a 40 anos. Foram realizados doze atendimentos três vezes por semana, por 20 minutos (média). A intensidade foi variável, pois utilizou-se três graus acima da temperatura da pele. A redução significativa ocorreu na plicometria, uma redução de 5,03%, dados comprovados na imagem de ultrassonografia que demonstrou redução de 4,58%.

Adicionalmente, Manuskiatti et al. (2009) utilizaram o equipamento de RF TriPollar em 37 mulheres com idades compreendidas entre 23 e 60 anos (média de 41 anos). A intensidade utilizada variou entre 20 W e 28,5 W para manter a pele entre 40°C – 42°C durante 30 minutos. Neste estudo os autores mencionaram o relato de desconforto com o calor e ocasionais beliscões. Recentemente Kiedrowicz et al. (2022) e Valentim et al. (2022) compararam a aplicação da ultracavitação com a RF e a redução da camada adiposa foi mais significativa nos grupos que experimentaram a RF.

Na revisão sistemática levada à cabo para a consecução do presente estudo, verificou-se que o uso da Tecarterapia está crescendo nos últimos anos, visto o número de publicações nos últimos cinco anos (IDA et al, 2023). Observou-se que uma das causas para este aumento dos estudos ocorre pelo fato da Tecarterapia ser mais segura e confortável do que a RF, já que trabalha com frequências menores (maiores profundidades) e aquece tecidos profundos sem superaquecer a superfície da pele (TASHIRO et al., 2017; COCETTA et al., 2018; YOKOTA et al., 2018; KIM et al., 2019).

Sugere-se que o incremento da temperatura estimulado pela Tecarterapia, promova uma vasodilatação melhorando a oxigenação tecidual, nutrição e eliminando resíduos metabólicos facilitando a reabsorção de líquidos (TASHIRO et al., 2017; BITO et al., 2019; KWON et al., 2019; CLIJSEN et al., 2020). A hipertermia aumenta a espessura da derme e a deixa mais organizada, remodelando as fibras de colágeno (MEYER et al., 2018; REGO MAIA et al., 2021; MONARETTI et al., 2021). O estímulo térmico associado ao estímulo elétrico pode reduzir quantidades significativas de lipídeos no interior dos adipócitos, podendo deixar a membrana do adipócito danificada ou destruída (ALBORNOZ-CABELLO et al., 2017; SILVA et al., 2018; MEYER et al., 2022). A combinação desses efeitos sugere uma redução significativa da circunferência e espessura abdominal.

Nesse estudo utilizou-se a combinação de ponteiras RES e CAP e todas as participantes obtiveram redução da circunferência abdominal, principalmente nas regiões 5 cm acima e abaixo da região da cicatriz umbilical ($p < 0.001$ e $p = 0.031$, respectivamente, Tabela 11 - Análise comparativa das variáveis antropométricas de 23 mulheres, antes e depois do período de tratamento com Tecarterapia) e ($p = 0.002$ e $p = 0.003$, respectivamente, Tabela 13 - Análise comparativa das variáveis antropométricas, antes e depois, da aplicação da Tecarterapia de 11 mulheres praticantes de atividade física mais de três vezes / semana).

A ponteira CAP por ter um isolante gera aquecimento mais superficial, sendo mais absorvida por tecidos de menor impedância como pele, músculos, sistema circulatório e linfático. Já a ponteira RES por não possuir material isolante, alcança maior profundidade e atua em tecidos de maior resistência como articulações, cartilagem, tendões e músculos profundos (GANZIT et al., 2015; TASHIRO et al., 2017; YOKOYA et al., 2018; COCCETTA et al., 2018; BITO et al., 2019; CLIJSEN et al., 2019; KUMARAN e WATSON, 2020; LÓPEZ-DE-CELIS et al., 2020; TASHIRO et al., 2020).

No estudo de Kumaran et al. (2015) foi verificado que a ponteira CAP gera mais efeito elétrico do que magnético nos tecidos, formando um capacitor entre o tecido e a ponteira. Com isso o calor é alcançado mais rapidamente e o resfriamento também é mais rápido, o que pode indicar um aquecimento mais superficial. Enquanto a ponteira RES gera mais campo magnético retendo mais calor e mantendo a

temperatura elevada por mais tempo, indicando maior profundidade da absorção de energia.

A ação das duas ponteiros alcança uma energia térmica mais profunda e com uma ação mais efetiva, já que atinge na mesma proporção a camada superficial e profunda na área tratada (HARTH et al., 2013; SADICK et al., 2016; ALBORNOZ-CABELLO et al., 2017). Esses achados corroboram com o estudo de Meyer (2022), realizado com 32 mulheres com idades entre 25-45 anos, na região do abdômen em que houve redução significativa da perimetria e da espessura do tecido adiposo quando utilizada a combinação das ponteiros CAP e RES na mesma sessão quando comparada a aplicação isolada das ponteiros CAP e RES. Dessa forma, a combinação das ponteiros CAP e RES pode alcançar uma penetração de energia térmica mais profunda e uma ação mais efetiva, atingindo proporcionalmente regiões mais superficiais e mais profundas na área de aplicação.

Vale ressaltar que a aplicação das ponteiros CAP e RES na mesma sessão, resulta em uma intervenção mais demorada, fator importante quando se considera aumento do efeito térmico no tecido, favorecendo assim uma resposta mais intensa no tecido adiposo.

Esses achados são semelhantes aos encontrados em alguns estudos sobre radiofrequência, em que a hipertermia promoveria melhora do contorno corporal, aumento da circulação e redução do aspecto celulítico (HARTH et al., 2015; SADICK et al., 2016).

Relativamente à amostra, neste estudo optou-se por uma faixa etária entre 40 e 55 anos, pois são mulheres que apresentam prevalência de obesidade e sobrepeso. Nesse período as mulheres entram no climatério até chegarem no período da menopausa. Essa fase na vida da mulher é caracterizada por alterações hormonais que levam à redução do gasto energético, aumento do sedentarismo e dieta desequilibrada. É um período em que a mulher aumenta o risco de doenças cardiovasculares pois ocorre alteração na composição corporal. Nesse período há redução dos hormônios estrogênicos circulantes, enquanto os hormônios andrógenos são mantidos e o acúmulo de gordura se concentra na região abdominal (KNIGHT et al., 2021; MARSH et al., 2023).

Estudos com mulheres nesta faixa etária são poucos, já que grande parte dos estudos mostram um intervalo de idades muito grandes, diferenças que podem interferir nos resultados, já que como mencionado acima, mulheres de meia-idade são as que apresentam mais dificuldades para a perda de peso devido às alterações hormonais. Estudos semelhantes com Tecarterapia utilizaram faixa etária entre 25 a 45 anos (Meyer et al., 2022), 18 a 28 anos (Vale et al., 2020), 21 a 54 anos (REGO MAIA et al., 2021), um estudo de caso com uma mulher de 39 anos (MONARETTI et al., 2021).

Uma vez desenvolvido o Protocolo de Tratamento para a Redução da Adiposidade Abdominal Localizada em Mulheres de Meia-Idade, o mesmo foi aplicado e testado e, desta maneira, foi possível avaliar o protocolo de tratamento.

O presente estudo verificou a eficácia de tratamento para redução da gordura localizada abdominal em todas as participantes. Na análise antropométrica considerando um grupo único (N=23, Tabela 11 – Análise comparativa das variáveis antropométricas de 23 mulheres, antes e depois do período de tratamento com a Tecarterapia) não houve variação de peso, no entanto houve uma redução significativa na perimetria da circunferência abdominal ($p < 0.001$) e na espessura da camada adiposa mensurada com o adipômetro ($p = 0.021$). Esse padrão pode ter ocorrido pela orientação dada no início da pesquisa, para que não se alterasse a rotina dos hábitos alimentares e da prática de exercícios, caso a participante o fizesse. A diminuição da massa corporal também não seria um efeito esperado pela aplicação isolada da Tecarterapia devido ao seu efeito ser exclusivamente localizado (VALE et al., 2020; VALENTIM DA SILVA et al., 2022).

Esses achados corroboram com o estudo de Vale et al. (2019) que dividiu 28 mulheres em dois grupos para receberem quatro sessões de Tecarterapia na gordura abdominal. Um grupo experimental (18 participantes) que receberam a Tecarterapia com a ponteira CAP por cinco minutos, com percentual de intensidade para manter a temperatura de 40°C a 42°C, seguido de um protocolo de exercício físico aeróbico. O grupo placebo (17 participantes) recebeu a Tecarterapia na intensidade zero semelhante ao grupo experimental. O resultado mostrou redução significativa no grupo experimental na circunferência da cintura, espessura de gordura subcutânea e dobra abdominal horizontal ($P < 0,001, P = 0,001, P < 0,001$, respectivamente).

Meyer et al. (2022) aplicaram o equipamento TEKAH MEDICAL SAN em 32 mulheres divididas em três grupos: terapia RES (nove voluntárias), terapia CAP (nove voluntárias) e terapia combinada resistiva e capacitiva (dez voluntárias). Cada ponteira foi aplicada por dez minutos, sendo que no grupo da terapia combinada o tempo foi de 20 minutos. A intensidade utilizada foi de 140 W até atingir 40°C, após atingir 40°C, e para manter essa temperatura, a intensidade foi reduzida para 120 W ou até 80 W. Foram realizadas dez sessões semanais e verificou-se redução em todos os grupos, com redução mais significativa no grupo submetido à combinação da terapia CAP + RES.

Quanto à análise da variação da gordura localizada no abdômen, pode ser explicada pelo princípio da Tecarterapia de incrementar a temperatura no tecido subcutâneo, promovendo uma vasodilatação, aumento do fluxo sanguíneo dos tecidos, melhorando a oxigenação tecidual, nutrição e eliminando resíduos metabólicos facilitando a reabsorção de líquidos (TASHIRO et al., 2017; BITO et al., 2019; CAU et al., 2019; CLIJSEN et al., 2020).

O estudo de Tashiro et al (2017) verificou o aumento da saturação de hemoglobina por meio de fotoreceptores colocados na região lombar de 17 homens. Os fotoreceptores tinham comprimentos de onda (780, 810, 830 nm) conseguindo verificar o aumento de temperatura e saturação de hemoglobina nas profundidades de 15 e 30 mm. A temperatura aumentou entre 3,0°C a 3,6°C na profundidade de 30 mm logo após a aplicação da Tecarterapia, assim como verificou-se aumento da saturação de hemoglobina, melhorando o fluxo e oxigenação dos tecidos. O protocolo utilizado consistiu na aplicação da ponteira CAP por cinco minutos seguida da ponteira RES por mais dez minutos na intensidade seis ou sete de uma escala analógica subjetiva de 11 pontos. Achados semelhantes foram encontrados no estudo de Bito et al. (2019) que verificaram aumento da saturação de hemoglobina por meio de sondas colocadas no tendão de Aquiles de 16 homens para melhorar o alongamento do tendão durante a contração muscular. O protocolo consistiu na aplicação de duas ponteiras RES por 15 minutos e depois uma CAP com eletrodo dispersivo por cinco minutos na região do tendão de Aquiles.

Também, Clijsen et al. (2020) aplicaram na região do antebraço três modos de Tecarterapia, dia um RES, dia dois CAP e dia três placebo por oito minutos na

intensidade baixa. Verificaram que a Tecarterapia afeta o fluxo sanguíneo apenas no nível local e principalmente com a ponteira RES. No estudo de Cau et al. (2019) comparou-se diversos tratamentos para o linfedema de membros inferiores em 48 mulheres com idades entre 46-78 anos. As mulheres foram divididas em quatro grupos: Tecarterapia, pressoterapia, drenagem linfática manual e exercícios. Verificaram que com utilização da Tecarterapia, aplicada com a ponteira CAP na intensidade média/alta, foi possível obter reduções significativas do edema após seis aplicações.

O estímulo térmico associado ao estímulo elétrico pode reduzir quantidades significativas de lipídeos no interior dos adipócitos, induzindo um processo inflamatório na região e danificando ou destruindo algumas células (ALBORNOZ-CABELLO et al., 2017; KWON et al., 2019). Albornoz-Cabello et al. (2017) aplicaram a Tecarterapia em nove mulheres com idades entre 18-35 anos. Utilizou-se a ponteira CAP na intensidade alta sobre a região de glúteos e posterior da coxa por 24 minutos. Ao final das dez aplicações verificou-se redução da perimetria na região do trocanter, a ultrassonografia mostrou redução na região posterior da coxa e a temperatura não ultrapassou 40°C.

No estudo de Known et al. (2019), realizado em tecido subcutâneo abdominal de suínos, foi possível observar que na intensidade alta (150 a 200 W para CAP e 80 a 100 W para RET), efeito hipertérmico, com temperatura na superfície da pele não ultrapassando 40,5°C, intensificaram-se fases particulares do processo inflamatório. A histologia analisada mostrou que os grupos tratados com a combinação das ponteiras CAP e RES apresentaram células apoptóticas em comparação ao grupo controle. No mesmo estudo, o autor ressalta que a Tecarterapia é um recurso seguro, pois na análise realizada não foi identificado nenhum dano na superfície da pele, reações inflamatórias ou térmicas na derme ou necrose tecidual na superfície da pele. Esses achados são semelhantes aos encontrados em alguns estudos sobre radiofrequência, em que a hipertermia promoveria melhora do contorno corporal, aumento da circulação e redução do aspecto celulítico (QIN et al., 2020; KIEDROWICZ et al., 2022; VALENTIM da SILVA et al., 2022

O estudo de Qin et al. (2020) aplicou RF em 16 voluntários (quatro homens e 12 mulheres) com idades entre 20-50 anos com espessura de gordura abdominal

maior que dois cm. O protocolo consistiu em quatro sessões semanais, com intensidade de 95% a 100% por 45 minutos. Após as quatro aplicações houve redução na circunferência abdominal superior, média e inferior de 3,36, 3,01 e 2,46 cm, respectivamente. Kiedrowicz et al. (2022) realizaram um estudo comparativo entre a ultracavitação e ultracavitação + RF em 36 mulheres com idade entre 20 e 40 anos. As participantes foram divididas em três grupos com 12 voluntárias cada: grupo controle; ultracavitação e ultracavitação + RF. Cada grupo foi submetido a uma sessão de 15 minutos de cada recurso. Os parâmetros da ultracavitação foram: frequência de 4 MHz e $5W/cm^2$ e os parâmetros da RF era uma frequência de 650 KHz, com intensidade necessária para produzir calor de $40^{\circ}C$ a $43^{\circ}C$. O tempo de 15 minutos da RF iniciou somente depois de atingir a temperatura alvo. Verificou-se que na comparação entre os grupos que houve diferença significativa entre a avaliação final no grupo ultracavitação ($p=0,04$) e o ultracavitação + RF ($p=0,02$) quando comparado ao controle. Nas imagens de ultrassonografia observou-se que no grupo ultracavitação + RF houve maior diminuição do tecido adiposo quando comparado ao controle ($p=0,04$) e quando comparado ao grupo ultracavitação ($p=0,04$).

Sendo assim, é possível afirmar que a Tecarterapia se destaca pois é um recurso que utiliza frequências de radiofrequência para gerar calor nos tecidos superficiais e profundos. E segundo referências é uma tecnologia segura e eficaz, uma vez que o calor gerado na profundidade e não superaquece a superfície (IDA et al., 2023).

Verificou-se ainda que a prática de atividade física regular potencializa os resultados. Isso foi confirmado pelo aumento das diferenças médias observadas para o grupo de sujeitos que praticam atividade física três vezes ou mais por semana (Tabela 13) em comparação as diferenças médias daqueles que praticam atividade física 2 vezes ou menos (Tabela 12). Estudos sugerem que o exercício ajuda a reduzir ansiedade, aumenta o metabolismo, controla aumento de peso, previne doenças crônicas melhorando a maneira como o indivíduo se percebe e o incentiva a cuidar da qualidade de vida (SILVA et al., 2018; LEGRAND et al., 2020; OMS, 2022). Os efeitos do aumento da temperatura no tecido adiposo potencializam o aumento metabólico e, combinado com a prática de exercícios regulares, resulta em reduções mais significativas na circunferência abdominal (MONARETTI et al., 2021).

A prática regular de atividade física altera os níveis de perfil lipídico. Aumentando os níveis da lipoproteína de alta densidade (HDL-C) e reduzindo os níveis de triglicerídeos (NOITES et al., 2016; ARMSTRONG et al., 2022). O exercício ativa o sistema nervoso simpático, liberando catecolaminas que ativam a enzima lipase desencadeando a cascata lipolítica, ativando a lipólise.

Esse resultado corrobora com o estudo de Vale et al. (2020), em que foram aplicadas quatro sessões de RF na região abdominal mantendo a temperatura entre 40° a 42°C e logo em seguida as participantes realizaram um protocolo de exercício aeróbico por 40 minutos. Após as quatro sessões de RF combinada com o exercício houve redução estatisticamente significativa comparada ao grupo controle. Já no estudo de Noites et al. (2020), foi realizada a análise bioquímica antes e depois de uma sessão de RF e uma sessão de exercício aeróbico. As análises do perfil lipídico e glicerol realizadas dez minutos após a sessão não sofreram alterações significativas. Em relação aos níveis de glicerol, os grupos apresentaram comportamento semelhante, pois a concentração aumentou em ambos os grupos. Esses dados sugerem que quando o exercício é associado a aplicação da RF os resultados são potencializados.

Os estudos de Albornoz-Cabello et al. (2017), Kwon et al. (2019), Noites et al. (2020) e Meyer et al. (2022), sugerem que a redução da adiposidade localizada abdominal com a Tecarterapia ocorre com a hipertermia, que estimula o esvaziamento do adipócito. O aumento da temperatura pode ativar a lipólise, ou seja, a quebra dos triglicerídeos e consequente liberação na corrente sanguínea de três ácidos graxos e glicerol. Os ácidos graxos liberados ficam disponíveis na corrente sanguínea para serem beta-oxidados pelo exercício. A hipertermia intensifica as fases do processo inflamatório promovendo uma hiperativação metabólica alterando certas funções que estimulam a morte celular apoptótica induzida pela energia de radiofrequência.

Pode-se citar como limitação deste estudo a falta do controle alimentar diário para melhor precisão da quantidade calórica ingerida durante o período do estudo, a falta de um grupo controle para comparar os resultados obtidos.

6 CONCLUSÃO

O Protocolo Biomédico para Redução da Adiposidade Abdominal Localizada em Mulheres de Meia-Idade foi estudado, determinado e testado, portanto, avaliado e se mostrou eficaz com efeitos positivos para o tratamento de redução da gordura localizada abdominal. Na análise da variação da gordura houve redução significativa na perimetria e na espessura da camada adiposa.

Considera-se que o protocolo foi um procedimento eficaz mesmo numa fase difícil da mulher de meia-idade. A perimenopausa altera a perspectiva da imagem corporal e a mulher moderna enfrenta mais dificuldades para manter hábitos saudáveis.

O tratamento com a Tecarterapia gerou uma hipertermia que reduziu a circunferência abdominal principalmente nos pontos acima e abaixo da cicatriz umbilical, assim como no ponto da cicatriz umbilical. O calor produzido além de reduzir adiposidade, proporcionou relaxamento e bem-estar nessas mulheres que apresentam dificuldades fisiológicas na perda de medidas e proporcionou um autocuidado que pode ser o início de uma mudança de hábitos para melhorar a qualidade de vida dessas mulheres.

REFERÊNCIAS

- AHMAD BAHATHIG, A.; ABU SAAD, H. **The Effects of a Physical Activity, Nutrition, and Body Image Intervention on Girls in Intermediate Schools in Saudi Arabia.** International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 19, n. 18, 2022.
- ALBORNOZ-CABELLO, M.; IBÁÑEZ-VERA, A. J.; DE LA CRUZ-TORRES, B. **Efficacy of monopolar dielectric transmission radio frequency in panniculus adiposus and cellulite reduction.** Journal of Cosmetic and Laser Therapy, v. 19, n. 7, p. 422–426, 2017. Taylor & Francis. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14764172.2017.1342041>
- ALIZADEH, Z.; HALABCHI, F.; MAZAHERI, R.; ABOLHASANI, M.; TABESH, M. **Review of the mechanisms and effects of noninvasive body contouring devices on cellulite and subcutaneous fat.** Int J Endocrinol Metabolic, 2016.
- AMBIKAI RAJAH, A.; WALSH, E.; CHERBUIN, N. **A review of menopause nomenclature.** Reproductive Health, v. 19, n. 1, p. 1–15, 2022. BioMed Central. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12978-022-01336-7>
- ARDA, O.; GÖKSÜGÜR, N.; TÜZÜN, Y. **Basic histological structure and functions of facial skin.** Clinics in Dermatology, v. 32, p. 3-13, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clindermatol.2013.05.021>
- AUH, S. L.; IYENGAR, S.; WEIL, A.; et al. **Quantification of noninvasive fat reduction: A systematic review.** Lasers in Surgery and Medicine, v. 50, n. 2, p. 96–110, 2018.
- ASSUNÇÃO, W. A. C.; DO PRADO, W. L.; DE OLIVEIRA, L. M. F. T.; et al. **Comportamento da gordura abdominal em mulheres com avanço da idade.** Revista da Educação Física, v. 24, n. 2, p. 287–294, 2013.
- AUGUSTO, J.; CONCEIÇÃO, D. D. A. **Artigo de Revisão Complicações em lipoaspiração: revisão sistemática** Complications in liposuction : systematic review. , v. 38, n. 1, 2023.

BANI, D.; LI, A.Q.; RUSSO, G.; LO. **Os efeitos clínicos e histológicos dos ultrassons de alta frequência minimamente focados no tecido subcutâneo humano**. *Surgery Cosmetic Dermatology*, 7, 138–43, 2015.

BARBON, F.J.; WIETHÖLTER, P.; FLORES, R.A.; **Alterações Celulares no Envelhecimento Humano**. *J Oral Investig*, 5, 61–5, 2016.

BARROSO, T. A.; MARINS, L. B.; ALVES, R.; et al. **Association of Central Obesity with The Incidence of Cardiovascular Diseases and Risk Factors**. *International Journal of Cardiovascular Sciences*, v. 30, n. 5, p. 416–424, 2017.

BEINTNER, I.; EMMERICH, O. L. M.; VOLLERT, B.; TAYLOR, C. B.; JACOBI, C. **Promoting positive body image and intuitive eating in women with overweight and obesity via an online intervention: Results from a pilot feasibility study**. *Eating Behaviors*, v. 34, n. January, p. 101307, 2019. Elsevier. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2019.101307>

BLAIR, M. J.; JONES, J. D.; WOESSNER, A. E.; AL, B. E. T. **Relações Estrutura-Função da Pele e a resposta de cicatrização de feridas ao envelhecimento intrínseco**. , v. 00, p. 1–17, 2019.

BITO, T.; TASHIRO, Y.; SUZUKI, Y.; et al. **Acute effects of capacitive and resistive electric transfer (Cret) on the Achilles tendon**. *Electromagnetic Biology and Medicine*, v. 38, n. 1, p. 48–54, 2019. Taylor & Francis. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15368378.2019.1567525>

BITO, T.; SUZUKI, Y.; KAJIWARA, Y.; et al. **Effects of deep thermotherapy on chest wall mobility of healthy elderly women**. *Electromagnetic Biology and Medicine*, v. 39, n. 2, p. 123–128, 2020. Taylor & Francis. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15368378.2020.1737803>

BONJORNO, A. R.; GOMES, T. B.; PEREIRA, M. C.; et al. **Radiofrequency therapy in esthetic dermatology: A review of clinical evidences**. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 19, n. 2, p. 278–281, 2020.

BORGES, F. **Modalidades terapêuticas nas disfunções estéticas**, 2nd ed. Editora Phorte, São Paulo, 2010

BORGES, F.S.; SCORZA, F. A.; **Terapêutica em Estética: Conceitos e Técnicas**. 1 ed. São Paulo: Editora Phorte, 2016.

CAMELO, C. D. **Adipose tissue microenvironments during aging: Effects on stimulated lipolysis**. *Biochim Biophys Acta Mol Cell Biol Lipids*, 2022. doi: 10.1016/j.bbalip.2022.159118.

CAMPOS, M. S. M. P.; ALMEIDA, J. D.; NUNES, V. W.; FRANCESCONI, E. S.; KASSISSE, D. M. G. **Ultrasound associated with caffeine increases basal and beta-adrenoceptor response in adipocytes isolated from subcutaneous adipose tissue in pigs**. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*. 2016

CANELA, V.C.; CRIVELARO, C. N.; FERLA, L. Z.; PELOZO, G. M.; AZEVEDO, J.; LIEBANO, R. E.; NOGUEIRA, C.; GUIDI, R. M.; GRECCO, C.; SANT'ANA, E. **Synergistic effects of Combined Therapy: non focused ultrasound plus Aussie current for non-invasive body contouring**. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 11, 203-211, 2018.

CAU, N.; CIMOLIN, V.; ASPESI, V.; et al. **Preliminary evidence of effectiveness of TECAR in lymphedema**. *Lymphology*, v. 52, n. 1, p. 35–43, 2019.

CHANG, S.L.; HUANG, Y. L.; LEE, M. C.; CHANG, C. H.; LIN, Y. F.; CHENG, C. Y. et al. **Long-term follow-up for noninvasive body contouring treatment in Asians**. *Lasers Med Sci*, 283–7, 2016.

CHEN, J. L.; GUO, J.; MAO, P.; et al. **Are the factors associated with overweight/general obesity and abdominal obesity different depending on menopausal status?** *PLoS ONE*, v. 16, n. 2 February, p. 1–12, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0245150>

CHI, A.; LANGE, A.; GUIMARÃES, M. V. T. N.; SANTOS, C. B. DOS. **Prevenção e tratamento de equimose, edema e fibrose no pré, trans e pós-operatório de cirurgias plásticas**. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica (RBCP) – Brazilian Journal of Plastic Surgery*, v. 33, n. 3, p. 343–454, 2018.

CHI, A.; MARQUETTI, M. D. G.; DIAS, M. **Use of lymphatic taping to prevent the formation of ecchymosis in abdominoplasty and liposuction.** Revista Brasileira de Cirurgia Plástica, v. 36, n. 2, p. 144–150, 2021.

CHILUKURI, S.; DENJEAN, D.; FOUQUE, L. **Treating multiple body parts for skin laxity and fat deposits using a novel focused radiofrequency device with an ultrasound component: Safety and efficacy study.** J Cosmetic Dermatology, 16, 476–9, 2017.

CHO, C.H.; PATEL, S.; RAJBHANDARI, P. **Adipose tissue lipid metabolism: lipolysis.** Current Opinion in Genetics & Development, v.83, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.gde.2023.102114>

CLIJSEN, R.; LEONI, D.; SCHNEEBELI, A.; et al. **Does the Application of Tecar Therapy Affect Temperature and Perfusion of Skin and Muscle Microcirculation? A Pilot Feasibility Study on Healthy Subjects.** Journal of Alternative and Complementary Medicine, v. 26, n. 2, p. 147–153, 2020.

CUNHA, M. G. DA.; CUNHA, A. L. G. DA.; MACHADO, C. A. **Hipoderme e tecido adiposo subcutâneo: duas estruturas diferentes.** Surgical & cosmetic dermatology, v. 6, n. 4, p. 355–359, 2014.

COCSETTA, C. A.; SALE, P.; FERRARA, P. E.; et al. **Effects of capacitive and resistive electric transfer therapy in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial,** p. 1–6, 2018.

CORVERA, S.; SOLIVAN-RIVERA, J.; YANG LOUREIRO, Z. **Angiogenesis in adipose tissue and obesity.** Angiogenesis, v. 25, n. 4, p. 439–453, 2022. Springer Netherlands. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10456-022-09848-3>

COSTA, E. M.; MEYER, P. F.; FURTADO, R. N. B.; MEDEIROS, M. L. DE.; DANTAS, J. S. C.; RONZIO, O. A. **Avaliação dos Efeitos do uso da Tecaterapia na Adiposidade Abdominal.** 1 ed, 2009.

COSTA, R. B.; GARCEZ, V. F.; LIMANA, M. D. **Terapia combinada (ultrassom e eletroterapia) na redução da adiposidade abdominal: relato de casos.** ConScientiae Saúde, 665–70, 2017.

COSTA, J. G.; RODRIGUES, R. M.; PUGA, G. M.; CHEIK, N. C. **Does Obesity Aggravate Climacteric Symptoms in Postmenopausal Women?** Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, v. 44, n. 6, p. 586–592, 2022.

DA SILVA SIQUEIRA, K.; MAIA, J. M. **High-power therapeutic ultrasound for treatment of abdominal localized adiposity—double-blind randomized clinical trial.** Lasers in Medical Science, 2019.

DADA, R. P.; MAGNANI BRANCO, B. H.; OLIVEIRA TERRA, C. M. DE; et al. **Nutritional status and cardiometabolic risk in women: Relationship with usual and non-usual components of body composition.** Journal of Physical Education (Maringá), v. 29, n. 1, p. 1–11, 2018.

DAVARI, A.; MANSOUR SOHANI, S.; SARRAFZADEH, J.; NIKJOU, A. **Evaluation of the Effects of Tecar Therapy on Acute Symptoms of Athletes Following Lateral Ankle Ligament Sprain.** Function and Disability Journal, v. 4, n. 1, p. 31–31, 2021.

DE CARVALHO, F. G.; JUSTICE, J. N.; DE FREITAS, E. C.; KERSHAW, E. E.; SPARKS, L. M. **Adipose Tissue Quality in Aging: How Structural Skeletal Muscle Quality?** Nutrients, v. 11, p. 2553, 2019.

DE OLIVEIRA, L. B.; DE CARVALHO, I. B.; DOURADO, C. S. M. E.; DOURADO, J. C. L.; DO NASCIMENTO, M. O. **Prevalência de dislipidemias e fatores de risco associados.** Journal of Health & Biological Sciences, v. 5, n. 4, p. 320, 2017.

DE OLIVEIRA, B. B. R.; COELHO, C. G.; BARRETO, S. M.; GIATTI, L.; ARAÚJO, L. F. **Body fat distribution and its risk for cardiovascular events in 10 years: Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil).** Cadernos de Saúde Pública, v. 38, n. 2, 2022.

DE SOUSA-DE SOUSA, L.; ESPINOSA, H.G.; MATÉ-MUÑOZ, J.L.; LOZANO-ESTEVAN, M.; DEL C.; CERROLAZA-TUDANCA, S.; ROZALÉN-BUSTÍN, M., et al. **Effects of Capacitive-Resistive Electric Transfer on Sports Performance in Paralympic Swimmers: A Stopped Randomized Clinical Trial.** International Journal of Environmental Research and Public Health, 19, Article No. 14620, 2022.
<https://doi.org/10.3390/ijerph192114620>

DEHGHAN, A.; VASAN, S. K.; FIELDING, B. A.; KARPE, F. **A prospective study of the relationships between change in body composition and cardiovascular risk factors across the menopause.** *Menopause (New York, N.Y.)*, v. 28, n. 4, p. 400–406, 2021.

DHILLON, B.; PATEL, T. **An open-label, single-center, prospective evaluation of a novel noninvasive ultrasound body sculpting device.** *J Clin Aesthetic Dermatology*, 41–5, 2018.

DIEGO, I. M. A.; FERNÁNDEZ-CARNERO, J.; VAL, S. L.; et al. **Analgesic effects of a capacitive-resistive monopolar radiofrequency in patients with myofascial chronic neck pain: A pilot randomized controlled trial.** *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 65, n. 2, p. 156–164, 2019.

DUÑABEITIA, I.; ARRIETA, H.; TORRES-UNDA, J.; et al. **Effects of a capacitive-resistive electric transfer therapy on physiological and biomechanical parameters in recreational runners: A randomized controlled crossover trial.** *Physical Therapy in Sport*, v. 32, p. 227–234, 2018.

EJEÇÃO, F. DE; KARDEC, A.; ALENCAR, N. DE; et al. **Artigo de Revisão Relações entre a Redução de Estrogênio, Obesidade e Insuficiência Articulo de Revisão.** , v. 117, n. 6, p. 1–11, 2021.

FERNANDES, R. C.; MERENDA, E. K. S.; ANTONIACOMI, J. M. V.; MANDARINO, A. P. G.; HÖFELMANN, D. A. **Sobrepeso e obesidade entre mulheres e associação com características demográficas e obstétricas entre usuárias de uma unidade de saúde especializada.** *Cadernos Saúde Coletiva*, v. 31, n. 1, p. 1–12, 2023.

FERRANDO, G. **Safety, tolerability, and efficacy evaluation of the SlimME device for circumference reduction.** *Lasers Surgery Medicine*, 745–54, 2018.

FOGAÇA, E. M.; THEODORO, H.; MENDES, K. G.; OLINTO, M. T. A. **Prevalência de obesidade em mulheres na pós-menopausa atendidas em um ambulatório no sul do Brasil.** *Revista da Associação Brasileira de Nutrição-RASBRAN*, v. 10, n. 1, p. 46–52, 2019. Disponível em: <https://www.rasbran.com.br/rasbran/article/view/663>

FRIGOLET, M. E.; GUTIÉRREZ-AGUILAR, R. **The colors of adipose tissue**. *Gaceta Médica de Mexico*, v. 156, n. 2, p. 142–149, 2020.

GANZIT, G.; MEDICINA, I.; TORINO, S. **Tecar® Therapy in the Treatment of Acute and Chronic**. , , n. June, 2015.

GOICOCHEA, E. A.; COLOMA-NALDOS, B.; MOYA-SALAZAR, J.; et al. **Physical Activity and Body Image Perceived by University Students during the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review**. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 24, 2022.

GOLD, M.; H.; COLEMAN, W. P.; COLEMAN, W.; WEISS, R. **A randomized, controlled multicenter study evaluating focused ultrasound treatment for fat reduction in the flanks**. *J Cosmetic Laser Therapy*, 21(1), 44–8, 2019.

GONÇALVES, J. T. T.; SILVEIRA, M. F.; CAMPOS, M. C. C.; COSTA, L. H. R. **Sobrepeso e obesidade e fatores associados ao climatério**. *Ciência e saúde Coletiva*, v. 21, n. 4, p. 1145–1155, 2016.

GUTH, F.; BITENCOURT, S.; BEDINOT, C.; SINIGAGLIA, G.; TASSINARY, J.A.F.; **Immediate effect and safety of HIFU single treatment for male subcutaneous fat reduction**. *J Cosmetic Dermatol*, 385–9, 2018.

HARTH, Y. **Painless, Safe, and Efficacious Non-Invasive Skin Tightening, Body Contouring, and Cellulite Reduction Using Multisource 3DEEP Radiofrequency**. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 14, 70-75, 2015. <https://doi.org/10.1111/jocd.12124>

HALAAS, Y.; BERNARDY, J. **Mechanism of nonthermal induction of apoptosis by high intensity focused electromagnetic procedure: Biochemical investigation in a porcine model**. *J Cosmetic Dermatology*, 605–11, 2020.

HONG, J. Y.; KO, E. J.; CHOI, S. Y.; et al. **Efficacy and Safety of High-Intensity Focused Ultrasound for Noninvasive Abdominal Subcutaneous Fat Reduction**. *Dermatologic Surgery*, v. 46, n. 2, p. 213–219, 2020.

IACOB, G. S.; VRABIE, D.; STEGARIU, V. I. **The Effects of Modern Radiofrequency Therapies in the Acute Rehabilitation of Hamstring Strains**. Series IX Sciences of Human Kinetics, v. 14(63), n. 1, p. 209–216, 2021.

IDA, A. M.; LEANDRA, U.; STADNIK, A. M. W. **Ultrassom No Tratamento Da Gordura Abdominal**. In: I Congresso Brasileiro Interdisciplinar de Ciência e Tecnologia, Diamantina – MG. Anais do I Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia. Diamantina-MG: Even3, 2020. P 1-8.

IDA, A. M.; NEVES, E. B.; STADNIK, A. M. W.; **Effects Of Tecartherapy On Body Tissue: A Systematic Review**. J. Biomedical Science and Engineering, v. 16, n. 10, p. 133-148, 2023. <https://doi.org/10.4236/jbise.2023.1610010>

ISSA, M.C.A.; FASSINI, A.; BOECHAT, M.; FEROLLA, A.C.J.; **Terapia Fotodinâmica no Fotoenvelhecimento: revisão da literatura**. Surgery Cosmetic Dermatology, 10 – 06, 2016.

ISAPS, 2021 – <https://www.prnewswire.com/news-releases/a-ultima-pesquisa-global-da-isaps-relata-um-aumento-na-cirurgia-estetica-em-todo-o-mundo-837420698.html>; Acesso em 21/02/2021.

JEWELL, M. L.; DESILETS, C.; SMOLLER, B. R. **Evaluation of a novel high-intensity focused ultrasound device: preclinical studies in a porcine model**. Aesthetic Surgery J, 31, 429–434, 2011.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 12. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013, p.119-124.

KAPOOR, R.; SHOME D.; RANJAN, A. **Use of a novel combined radiofrequency and ultrasound device for lipolysis, skin tightening and cellulite treatment**. J Cosmetic Laser Therapy, 266–74, 2017.

KIEDROWICZ, M.; DUCHNIK, E.; WESOŁOWSKA, J.; BANIA, B.; PEREGUD-POGORZELSKA, M.; MACIEJEWSKA-MARKIEWICZ, D.; STACHOWSKA, E.; KRUK, J.; MARCHLEWICZ, M. **Early and Long-Term Effects of Abdominal Fat Reduction Using Ultrasound and Radiofrequency Treatments**. Nutrients 2022, 14, 3498. <https://doi.org/10.3390/nu14173498>

KIM, G. W.; WON, Y. H.; PARK, S. H.; et al. **Effects of a Newly Developed Therapeutic Deep Heating Device Using High Frequency in Patients with Shoulder Pain and Disability: A Pilot Study.** Pain Research and Management, v. 2019, 2019. Hindawi.

KIM, Y. J.; PARK, J.; KIM, J.; MOON, G. A.; JEON, H. **Effect of High-frequency Diathermy on Hamstring Tightness** Ye. , p. 65–71, 2021.

KO, E. J.; KWON, H. J.; KWON, T. R.; CHOI, S. Y.; YOO, K. H.; KIM, B. J. **High-intensity focused ultrasound treatment after cryolipolysis may be used to reduce pain: Two case report.** Dermatol Therapy, 2018.

KNIGHT, M. G.; ANEKWE, C.; WASHINGTON, K.; et al. **Weight regulation in menopause.** Menopause, v. 28, n. 8, p. 960–965, 2021.

KUMARAN, B.; WATSON, T.; PAOLUCCI, T.; et al. **Thermal build-up, decay and retention responses to local therapeutic application of 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency: A prospective randomised crossover study in healthy adults.** Journal of International Medical Research, v. 48, n. 2, p. 883–895, 2015.

KUMARAN, B.; HERBLAND, A.; WATSON, T. **Continuous-mode 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency induces greater deep blood flow changes compared to pulsed mode shortwave: a crossover study in healthy adults.** European Journal of Physiotherapy, v. 19, n. 3, p. 137–146, 2017.

KUMARAN, B.; WATSON, T.; RIBEIRO, S.; Henriques, B. and Cardoso, R. **The Effectiveness of Tecar Therapy in Musculoskeletal Disorders.** Open Science Online, 37, 1-12, 2018.

KUMARAN, B.; WATSON, T. **Treatment Using 448 kHz Capacitive Resistive Monopolar Radiofrequency Improves Pain and Function in Patients with Osteoarthritis of the Knee Joint: A Randomised Controlled Trial.** Physiotherapy (United Kingdom), 105, 98-107, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2018.07.004>

KUMARAN, B.; WATSON, T. **Thermophysiological responses to capacitive resistive monopolar radiofrequency electromagnetic radiation in patients with**

osteoarthritis of the knee joint: A randomised controlled experimental study. Electromagnetic Biology and Medicine, 00(00), 1–12, 2020. <https://doi.org/10.1080/15368378.2020.1846556>

KOSTEREC, M.; KURIMSKY, J.; CIMBALA, R.; et al. **Experimental observation of interaction between radiofrequency electromagnetic field and blood tissue.** Proceedings – 2016 17th International Scientific Conference on Electric Power Engineering, EPE 2016, , n. 26220120055, p. 3–6, 2016.

KWON, T.-R.; LEE, S.-E.; KIM, J. H.; et al. **The Effectiveness of 448-kHz Capacitive Resistive Monopolar Radiofrequency for Subcutaneous Fat Reduction in a Porcine Model.** Medical Lasers, v. 8, n. 2, p. 64–73, 2019.

LEE, S.; KIM, H. J.; PARK, H. J.; KIM, H. M.; LEE, S. H.; CHO, S.; BIN. **Morphometric analysis of high-intensity focused ultrasound-induced lipolysis on cadaveric abdominal and thigh skin.** Lasers Medicine Science, 1143–51. 2017.

LEGRAND, F.; SILETE, G.; SCHIFFLER, F. **Internalized Media-Promoted Body Ideals Only Marginally Moderate the Effects of Exercise on Self-Esteem, Body Image Satisfaction, and Physical Self-Perceptions.** Research Quarterly for Exercise and Sport, v. 91, n. 4, p. 713–719, 2020. Routledge. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1706713>

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica.** 5. ed. São Paulo: Sarvier Editora de Livros Médicos, 2011.

LI, Q.; WANG, O.; JI, B.; ZHAO, L.; ZHAO, L. **Alcohol, White Adipose Tissue, and Brown Adipose Tissue: Mechanistic Links to Lipogenesis and Lipolysis.** Nutrients 2023, 15, 2953. <https://doi.org/10.3390/nu15132953>

LOPES, P. G. S.; **Manual do Equipamento Tecare.** Amparo – SP. HTM Indústria de Equipamentos Eletroeletrônicos Ltda. 2020. 71p.

LOUREIRO, N. S. DE L.; AMARAL, T. L. M.; AMARAL, C. DE A.; et al. **Relação de indicadores antropométricos com fatores de risco para doença cardiovascular em adultos e idosos de Rio Branco, Acre.** Revista de Saúde Pública, v. 54, p. 1–14, 2020. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003489102020000100222&lng=en&nrm=iso&tlng=pt

LOSQUADRO, W. D. **Anatomy of the Skin and the Pathogenesis of Nonmelanoma Skin Cancer**. Facial Plastic Surgery Clinics of North America, v. 25, n. 3, p. 283–289, 2017.

MAAS, A. H. E. M.; ROSANO, G.; CIFKOVA, R.; et al. **Cardiovascular health after menopause transition, pregnancy disorders, and other gynaecologic conditions: A consensus document from European cardiologists, gynaecologists, and endocrinologists**. European Heart Journal, v. 42, n. 10, p. 967–984, 2021.

MAHMOUD.; ELDESOKY, M. T.; MOHAMED.; ABUTALEB E. E.; MOHAMED; MOUSA, G.S. **Ultrasound cavitation versus cryolipolysis for non-invasive body contouring**. Australas J Dermatology, 288–93, 2015

MALANCHEN, B. E.; DA SILVA, F. A.; BERNARDI, D. M.; PAPPEN, D. R. R. P.; FILHO, D. P. **Correlação Da Composição Corporal Com a Incidência De Doenças Cardiovasculares Em Um Hospital Do Oeste Do Paraná**. Fag Journal of Health (Fjh), v. 2, n. 2, p. 212–223, 2020.

MANAGEMENT, A. **Evaluation of Dislipidemia in Chronic Diseases Not Transmitted.**, p. 133–143, 2019.

MANUSKIATTI, W.; WACHIRAKAPHAN, C.; LEKTRAKUL, N.; VAROTHAI, S. **Circumference reduction and cellulite treatment with a TriPollar radiofrequency device: A pilot study**. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, v. 23, n. 7, p. 820–827, 2009.

MARLATT, K. L.; PITYNSKI-MILLER, D. R.; GAVIN, K. M.; et al. **Body composition and cardiometabolic health across the menopause transition**. Obesity, v. 30, n. 1, p. 14–27, 2022.

MARSH, M. L.; OLIVEIRA, M. N.; VIEIRA-POTTER, V. J. **Adipocyte Metabolism and Health after the Menopause: The Role of Exercise**. Nutrients, v. 15, n. 2, 2023.

MASIERO, S.; PIGNATARO, A.; PIRAN, G.; DUSO, M.; MIMCHE, P.; ERMANI, M.; DEL FELICE, A. **Short-Wave Diathermy in the Clinical Management of Musculoskeletal Disorders: A Pilot Observational Study.** International Journal of Biometeorology, 64, 981-988. 2020. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01806-x>

MEYER, P.F.; FURTADO, A. C. G.; MORAIS, S. F. T.; DE ARAÚJO; NETO, L. G.; SILVA, R. M. V.; MEDEIROS, M. L. et al. **Effects of cryolipolysis on abdominal adiposity of women.** CryoLetters, 38, 379-86, 2017.

MEYER, F. P., SILVA, R. M. V., Dantas de Castro, F. C., Paiva Fernandes, L. de M., Ferreira de Lima, T. A., Bezerra de Araújo, C. C., & Moraes Carreiro, E. de. **Shock waves effects on localized adiposity caused by injectable GH: Case study.** Journal of Dermatology & Cosmetology, 2(4), 184–188, 2018. <https://doi.org/10.15406/jdc.2018.02.00072>

MEYER, P. F.; DA SILVA, R. M. V.; CARREIRO, E. D. M.; et al. **Effects of Tecar Therapy on Adipose Tissue: Clinical Trial.** Journal of Biosciences and Medicines, v. 10, n. 04, p. 169–180, 2022.

MICHAILIDOU, Z.; GOMEZ-SALAZAR, M.; ALEXAKI, V. I. **Innate Immune Cells in the Adipose Tissue in Health and Metabolic Disease.** Journal of Innate Immunity, v. 14, n. 1, p. 4–30, 2022.

MOHER, D., LIBERATI, A., TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. **Principais Itens Para Relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA.** Epidemiologia e Serviços de Saúde, 24, 335-342, 2015. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742015000200017>

MOHAMADI, P.; GHOTBI, N.; BASHARDOUST, S.; NAGHDI DORBATI, S.; SALEHI, S. **Comparison of the effect of tecar therapy and static stretching on hamstring flexibility in male athletes.** Journal of Babol University of Medical Sciences, v. 23, n. 1, p. 53–59, 2021.

MONARETTI, G. L.; COSTA, M. C. F.; ROCHA, L. B.; et al. **Effect of capacitive radiofrequency on the dermis of the abdominal region.** Lasers in Medical Science, 2021.

MOREIRA-PAIS, A.; FERREIRA, R.; NEVES, J. S.; et al. **Sex differences on adipose tissue remodeling: from molecular mechanisms to therapeutic interventions.** *Journal of Molecular Medicine*, v. 98, n. 4, p. 483–493, 2020.

MURAWSKA-CIAŁOWICZ, E. **Tkanka tłuszczowa-charakterystyka morfologiczna I biochemiczna różnych depozytów Adipose tissue-morphological and biochemical characteristic of different depots.** *Postepy Hig Med Dosw*, v. 71, p. 466–484, 2017. Disponível em: <http://www.phmd.pl/fulltxt.php?ICID=1239875>

MUTTI, L. DE A.; MASCARENHAS, M. R. M.; DE PAIVA, J. M. G.; TEIXEIRA, S. P.; YARAK, S. **Tratamento não invasivo com ultrassom não focado transcutâneo na redução do tecido subcutâneo abdominal.** *Surgical and Cosmetic Dermatology*, v. 9, n. 1, p. 86–90, 2017.

NAEIMI, M.; KHORASANCHI, Z.; MOHAMMADZADEH, E.; SAFARI, M.; NASERIFAR Z.; AFSHARI A. et al. **Treatment by cryolipolysis with radiofrequency and ultrasound cavitation combination is no more effective in improving indices of adiposity than radiofrequency and ultrasound cavitation alone.** *Transl Metabolic Syndrome*, 2, 7–10, 2019.

NAKAMURA, M.; SATO, S.; KIYONO, R.; et al. **The Effect of Capacitive and Resistive Electric Transfer Intervention on Delayed-Onset Muscle Soreness Induced by Eccentric Exercise.** *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 9, 2022.

NAVARRO-LEDESMA, S.; GONZALEZ-MUÑOZ, A. **Short-term effects of 448 kilohertz radiofrequency stimulation on supraspinatus tendon elasticity measured by quantitative ultrasound elastography in professional badminton players: a double-blinded randomized clinical trial.** *International Journal of Hyperthermia*, v. 38, n. 1, p. 421–427, 2021. Taylor & Francis. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02656736.2021.1896790>

NETO, I. V. DE S.; DURIGAN, J. L. Q.; DA SILVA, A. S. R.; MARQUETI, R. DE C. **Adipose Tissue Extracellular Matrix Remodeling in Response to Dietary Patterns and Exercise: Molecular Landscape, Mechanistic Insights, and Therapeutic Approaches.** *Biology*, v. 11, n. 5, 2022.

NIKOLIS, A.; ENRIGHT, K. M. **A Multicenter Evaluation of Paradoxical Adipose Hyperplasia following Cryolipolysis for Fat Reduction and Body Contouring: A Review of 8658 Cycles in 2114 Patients.** *Aesthetic Surgery Journal*, v. 41, n. 8, p. 932–941, 2021.

NOITES, A.; VALE, A. L.; PEREIRA, A. S.; et al. **Tractament De Les Tennis Elbow** Guilhem ADUA Tutor : Cristina Vaqué Crusellas. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 19, n. 3, p. 1–35, 2016.

NOITES, A.; VALE, A. L.; PEREIRA, A. S.; et al. **Effect of an aerobic exercise session combined with abdominal radiofrequency on lipolytic activity in women: Randomized control trial.** *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 19, n. 3, p. 638–645, 2020.

OBESAS, U.; LU, X. **Weight Loss Exercise Prescription Effects on Obese Female College Students Physical Health**, v. 29, p. 1–4, 2023.

OH, D.-G.; KIM, S.-K.; YOO, K.-T. **Effect of Physiotherapeutic Intervention Using TECAR Therapy on Pain Self-Awareness and Hip Joint Function in Hip Impingement Syndrome: A Case Study.** *Journal of The Korean Society of Physical Medicine*, v. 16, n. 3, p. 45–53, 2021.

OLCHOWSKA-KOTALA, A. **Body esteem and self-esteem in middle-aged women.** *Journal of Women and Aging*, v. 30, n. 5, p. 417–427, 2018. Routledge. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/08952841.2017.1313012>

OLIVEIRA, G.; SCHIMITH, M. D.; DA SILVA, L. M. C.; CEZAR-VAZ, M. R.; CABRAL, F.B.; SILVEIRA, V. N.; JERKE, L.C.; **Cardiovascular risk factors, knowledge and care practices of women: possibility to review habits.** *Esc Anna Nery*, 2022. <https://doi.org/10.1590/2177-9465-EAN-2021-0281>

OMS, 2022 <https://www.paho.org/pt/noticias/4-3-2022-dia-mundial-da-obesidade-2022-acelerar-acao-para-acabar-com-obesidade> ; Acesso em 16/10/2023.

OPAS, 2020 <https://www.paho.org/pt/covid19> ; Acesso em 16/10/2023.

OPAS, 2023 <https://www.paho.org/pt/noticias/26-11-2020-oms-lanca-novas-diretrizes-sobre-atividade-fisica-e-comportamento-sedentario>; Acesso em 16/10/2023.

OSTI, R.; PARI, C.; SALVATORI, G.; MASSARI, L. **Tri-length laser therapy associated to tecar therapy in the treatment of low-back pain in adults: a preliminary report of a prospective case series.** *Lasers in Medical Science*, v. 30, n. 1, p. 407–412, 2014.

OTTO, M. J. **The safety and efficacy of thermal lipolysis of adipose tissue via ultrasound for circumference reduction: An open label, single-arm exploratory study.** *Lasers Surgery Medicine*, 734–41, 2016.

OU, M. Y.; ZHANG, H.; TAN, P. C.; ZHOU, S. B.; LI, Q. F. **Adipose tissue aging: mechanisms and therapeutic implications.** *Cell Death and Disease*, v. 13, n. 4, 2022. Springer US.

PAOLUCCI, T.; PEZZI, L.; CENTRA, M.; et al. **Effects of capacitive and resistive electric transfer therapy in patients with painful shoulder impingement syndrome: a comparative study.** *Journal of International Medical Research*, p. 030006051988309, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0300060519883090>

PETRAGLIA, L.; CREGE, D.R.X.O.; DULLIUS, J. I.; BIGHETTI, A. E.; **Ultracavitation method of evaluation in the reduction of localized fat in women.** *Scientific Electronic Archives*, 2017.

PRESOTTO, L.; ROGERI, L. N.; SINIGAGLIA, G.; BITENCOURT, S.; TASSINARY, J. A. F. **Aesthetic Nonthermal Ultrasound and Electric Current Combination Therapy for Body Sculpting.** *Journal of Cosmetology*, 2018.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** 2ed. Rio Grande do Sul: Feevale, 2013.

QIN, J.; GUO, M. ER; XU, X. GANG; et al. **A clinical evaluation of noninvasive and contactless radiofrequency technique in the treatment of abdominal fat.** *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 20, n. 9, p. 2765–2768, 2021.

REGO MAIA, R.; FROES MEYER, P.; MARCEL VALENTIM DA SILVA, R.; et al. **Effects of Tecar Therapy Associated With Manual Therapy on Gluteal Skin Flaccidity**. International Journal of Advanced Research, v. 9, n. 02, p. 902–910, 2021.

ROTI, J. L.; **Cellular responses to hyperthermia (40–46 degrees C): Cell killing and molecular events**. Int J Hyperthermia, 24, 3–15, 2008.

SADICK, N.; ROTHHAUS, K. **Aesthetic Applications of Radiofrequency Devices**. Clin Plastic Surg, p. 1-9, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cps.2016.03.014>

STERNE, J.A., HERNÁN, M.A., REEVES, B.C., SAVOVIĆ, J., BERKMAN, N.D. and HIGGINS, J.P. (2016) **ROBINS-I: A Tool for Assessing Risk of Bias in Non-Randomised Studies of Interventions**. BMJ (Online), 355, 4-10. <https://doi.org/10.1136/bmj.i4919>

SILVA, V. H.; ROCHA, J. S. B.; CALDEIRA, A. P. **Factors associated with negative self-rated health in menopausal women**. Ciência e Saúde Coletiva, v. 23, n. 5, p. 1611–1620, 2018.

SHINN, C.; SALGADO, R.; RODRIGUES, D. **National program me for promotion of physical activity: The situation in Portugal**. Ciência e Saúde Coletiva, v. 25, n. 4, p. 1339–1348, 2020.

SZABO, D. A.; NEAGU, N.; POPOVICIU, H. V.; et al. **The benefits of the TECAR therapy in flexion recovery after revision of the anterior cruciate ligament (ACL)**. Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal, v. 13, n. December, p. 27–35, 2020.

TAHA, M. M.; ANEIS, Y. M.; MOHAMADY, H. M.; ALRASHEEDY, S. A.; ELSAYED, S. H. **Effect of focused ultrasound cavitation augmented with aerobic exercise on abdominal and intrahepatic fat in patients with non-alcoholic fatty liver disease: A randomized controlled trial**. PloS ONE, v. 16, n. 4 April 2021, p. 1–13, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0250337>

TASHIRO, Y.; HASEGAWA, S.; YOKOTA, Y.; et al. **Effect of Capacitive and Resistive electric transfer on haemoglobin saturation and tissue temperature**. International Journal of Hyperthermia, v. 33, n. 6, p. 696–702, 2017a.

TASHIRO, Y.; HASEGAWA, S.; YOKOTA, Y.; et al. **Influence of electrodes on the 448 kHz electric currents created by radiofrequency: A finite element study.** *Electromagnetic Biology and Medicine*, v. 36, n. 3, p. 306–314, 2017b. Taylor & Francis. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15368378.2017.1354015>

TASHIRO, Y.; SUZUKI, Y.; NAKAYAMA, Y.; et al. **The effect of Capacitive and Resistive electric transfer on non-specific chronic low back pain.** *Electromagnetic Biology and Medicine*, v. 00, n. 00, p. 1–8, 2020. Taylor & Francis. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15368378.2020.1830795>

TASSINARY, J.; SINIGAGLIA, M.; SINIGAGLIA, G. **Conceitos e mecanismos fisiológicos envolvidos nos tratamentos estéticos do tecido adiposo.** In: **Raciocínio clínico aplicado à estética corporal.** Lajeado: Estética Experts, 2. ed., 2019, p.26-40.

TOADER, N. C. **The Use of Modern Technologies in the Posttraumatic Recovery of Patients.** *Series IX Sciences of Human Kinetics*, v. 13(62), n. 1, p. 257–264, 2020.

VALE, A. L.; PEREIRA, A. S.; MORAIS, A.; et al. **Effect of four sessions of aerobic exercise with abdominal radiofrequency in adipose tissue in healthy women: Randomized control trial.** *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 19, n. 2, p. 359–367, 2020.

VALENTIM DA SILVA, R. M., BARICHELLO, P. A., MEDEIROS, M. L., MENDONÇA, W. C. M. De, DANTAS, J. S. C., RONZIO, O. A., FROES, P. M., & Galadari, H. **Effect of capacitive radiofrequency on the fibrosis of patients with cellulite.** *Dermatology Research and Practice*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/715829>

VALENTIM DA SILVA, R. M.; CACILDA SANTOS, J.; MARINHO DE CARVALHO, W. L.; et al. **Effects of Ultracavitation and Radiofrequency on Abdominal Adiposity.** *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, v. 15, n. 1, p. E66–E71, 2022.

VARGHESE, M.; SONG, J.; SINGER, K. Age and Sex: **Impact on adipose tissue metabolism and inflammation.** *Mechanisms of Ageing and Development*, v. 199, n. Cvd, p. 1–38, 2021.

VELEZ, M. W.; IBRAHIM, O.; PETRELL K.; DOVER, J. S.; **Nonthermal pulsed ultrasound treatment for the reduction in abdominal fat: A pilot study.** *J Clin Aesthetic Dermatology*, 32–6, 2018.

VIDAL, P.; STANFORD, K. I. **Exercise-Induced Adaptations to Adipose Tissue Thermogenesis.** *Frontiers in Endocrinology*, v. 11, n. April, p. 1–12, 2020.

VINCENT, R. **Tecar therapy at the time of evidence-based practice: A scoping review.** *Kinesitherapie*, v. 20, n. 221, p. 10–19, 2020. Elsevier Masson SAS. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.kine.2020.03.004>

WACHI, M.; JIROUMARU, T.; SATONAKA, A.; et al. Effects of capacitive and resistive electric transfer therapy on pain and lumbar muscle stiffness and activity in patients with chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science*, v. 34, n. 5, p. 400–403, 2022.

WILKERSON, E. C.; BLOOM, B. S.; GOLDBERG, D. J. **Clinical study to evaluate the performance of a noninvasive focused ultrasound device for thigh fat and circumference reduction compared to control.** *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 17, n. 2, p. 157–161, 2018.

WRONSKA, A.; KMIEC, Z.; **Structural and biochemical characteristics of various white adipose tissue depots.** *Acta Physiologica*, v. 205, p. 194-208, 2012. doi: 10.1111/j.1748-1716.2012.02409.x

YESTE-FABREGAT, M.; BARAJA-VEGAS, L.; VICENTE-MAMPEL, J.; et al. **Acute effects of tecar therapy on skin temperature, ankle mobility and hyperalgesia in myofascial pain syndrome in professional basketball players: A pilot study.** *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 16, 2021.

YOKOTA, Y.; SONODA, T.; TASHIRO, Y.; et al. **Effect of Capacitive and Resistive electric transfer on changes in muscle flexibility and lumbopelvic alignment after fatiguing exercise.** *Journal of Physical Therapy Science*, v. 30, n. 5, p. 719–725, 2018.

ZANINA, G. O.; GUILLO, L. A.; PRUDENTE, P. A. N.; et al. **Circuit Training Reduces Cardiometabolic Risk Factors in Women.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 29, p. 1–6, 2023.

ZHOU, B.; LEUNG, B. Y. K.; SUN, L. **The Effects of Low-Intensity Ultrasound on Fat Reduction of Rat Model.** Biomed Res Int, 2017.

ZWICK, R. K.; GUERRERO-JUAREZ, C. F.; HORSLEY, V.; et al. **Anatomical, physiological and functional diversity of adipose tissue.** , v. 27, n. 1, p. 68–83, 2019.

APÊNDICE A - Texto divulgação para recrutamento nas redes sociais

Convido você mulher com idade entre 40 a 55 anos com gordura localizada na região abdominal a participar de minha pesquisa de mestrado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Trata-se de uma pesquisa intitulada como
TECARTERAPIA NA ADIPOSIDADE ABDOMINAL.

Interessadas por favor entrem em contato com a Adriana Ida pelo telefone: 41 99615 9576 (WhatsApp) ou e-mail: adrianaida@hotmail.com

APÊNDICE B - Ficha de avaliação

Ficha de avaliação

1- DADOS PESSOAIS:

Nome: _____
 Endereço: _____
 Data nasc: _____
 Telefone: _____
 Profissão: _____
 Data avaliação: _____

2- ANAMNESE

Uso de medicamentos: () Sim () Não

Qual? _____

Alergias: () Sim () Não

Qual? _____

Alteração de pressão arterial: () Sim () Não

Hipotensão () Hipertensão ()

Problemas cardíacos: () Sim () Não

Qual: _____

Diabetes mellitus: () Sim () Não

Distúrbios circulatórios: () Sim () Não

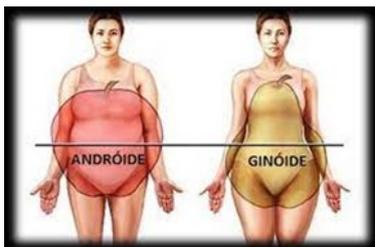
Varizes () Trombose venosa profunda ()

Portador de metais no corpo: () Sim () Não

Local: _____

3- COMPOSIÇÃO CORPORAL

() Andróide () Ginóide



Fonte: Fernandes, 2010

4- DADOS QUANTITATIVOS

4.1 Perimetria

Abdômen

	Antes	Depois
↑ 10 cm		
↑ 5 cm		
Umbigo		
↓ 5 cm		

4.2 Espessura camada adiposa

Antes	Depois

APÊNDICE C - Publicação A – Ultrassom No Tratamento Da Gordura Abdominal



ULTRASSOM NO TRATAMENTO DA GORDURA ABDOMINAL

Adriana Mitie Ida¹, Ulbricht Leandra¹, Adriana Maria Wan Stadnik¹

Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Curitiba, Brasil (adrianaida@hotmail.com)

Resumo: Para investigar os protocolos e os tipos de ultrassom utilizados nos tratamentos não invasivos de gordura abdominal localizada, foi realizado um estudo de caráter exploratório bibliométrico. Quanto aos resultados, estes foram positivos independentemente do tipo de ultrassom; foram mais rapidamente observados com a ultracavitação e o focalizado (HIFU); e foram superiores com a associação da ultracavitação com a radiofrequência.

Palavras-chave: cavitação; lipodistrofia abdominal; ultracavitação; HIFU

INTRODUÇÃO

O sobrepeso e o acúmulo de gordura abdominal estão diretamente relacionados ao aumento do índice de morbidade e de doenças crônicas como hipertensão, diabetes mellitus tipo II, dislipidemia e alterações cardiovasculares (Oliveira *et al.*, 2017; Mohammadzadeh *et al.*, 2016).

Essas comorbidades são as principais causas de morte no mundo. Das 17 milhões de mortes prematuras (pessoas com menos de 70 anos) por doenças crônicas não transmissíveis, 37% são causadas por doenças cardiovasculares. As doenças cardiovasculares são agravadas pelo excesso de gordura corporal, especialmente a abdominal ou central (Eickemberg, *et al.*, 2019).

No Brasil, as doenças cardiovasculares são responsáveis por 27,7% dos óbitos (Organização Mundial da Saúde, 2020).

Existem os recursos cirúrgicos que podem reduzir a gordura localizada. Contudo, o custo é elevado, necessita de tempo de recuperação e possui riscos inerentes à técnica cirúrgica utilizada (Wilkerson *et al.*, 2018).

Devido a isso, a procura por recursos terapêuticos que objetivam reduzir a adiposidade abdominal de forma não invasiva tem aumentado (Silva e Maia, 2019). Entre esses recursos pode-se citar: técnicas de massagens, uso de dermocosméticos, equipamentos de radiofrequência, eletrolipólise, criolipólise, ultrassom focalizado.

Além dessas, ainda existem as técnicas combinadas, como o ultrassom associado às correntes elétricas. Todos demonstrando resultados para redução da gordura localizada no abdômen, em diferentes níveis (Silva e Maia, 2019;).

Contudo, não está claro o melhor protocolo a ser aplicado ou se existe diferenças a partir dos inúmeros tipos de equipamentos utilizados.

Com base nos pressupostos apresentados, o objetivo deste estudo é investigar os protocolos e os tipos de ultrassom utilizados nos tratamentos não invasivos de gordura abdominal localizada.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo é de caráter exploratório, qualitativo que utilizou a análise bibliométrica contemplou os artigos publicados entre os anos de 2016 a 2020 referente ao tratamento da gordura localizada em região abdominal utilizando o ultrassom terapêutico.

O argumento de pesquisa usado foi “*Therapeutic ultrasound*” AND “*Body contouring*” nas bases de dados PubMed NCBI, PubMed PMC, BVS e Redalyc nos idiomas inglês, português e espanhol.

Com o mesmo argumento de pesquisa nas bases IEEE Explore, Scielo e PEDro não foram encontrados artigos relacionados ao tema de pesquisa.

Após a leitura do título e resumo foram excluídos: artigos repetidos, pesquisas realizadas na área da medicina e que não utilizavam a tecnologia de ultrassom para o tratamento de gordura localizada abdominal.

As variáveis consideradas para a análise quantitativa foram as seguintes: país, ano e revista de publicação, idioma e tipo de tecnologia utilizada.

Quanto à análise qualitativa, observou-se tratamentos isolados e/ou associados do ultrassom com outras tecnologias, tipos de protocolos aplicados, métodos de avaliação dos resultados, número e intervalo de sessões. O portfólio final foi composto por 30 artigos. Na figura 1, apresenta-se a metodologia detalhada.

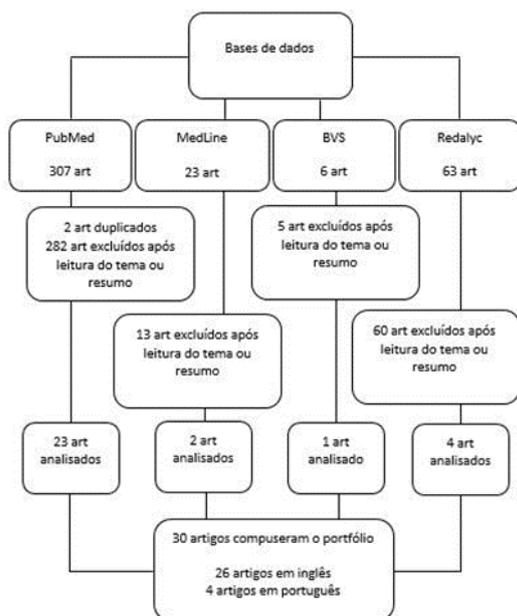


Fig. 1 Detalhamento da metodologia

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise dos 30 artigos do portfólio, observou-se que o ultrassom é considerado o método não invasivo que mais se destaca na pesquisa do tratamento da adiposidade localizada (Silva e Maia, 2019). É um recurso caracterizado por vibrações mecânicas de alta frequência que produzem uma micromassagem conhecida como cavitação (Petraglia *et al.* 2017). Esse fenômeno gera aquecimento e promove efeitos biológicos aumentando o metabolismo no tecido adiposo (Canela *et al.*, 2018).

Foi verificado que a maior parte das pesquisas do portfólio (tabela 1) foram realizadas no Brasil (30%), seguido pelos EUA (20%).

Tabela 1: Total e percentual de países

Países	Número de artigos	Percentual
Brasil	9	30%
China	3	10%
Coréia do Sul	3	10%
Egito	1	3%
EUA	6	20%

Índia	1	3%
Irã	3	10%
Itália	1	3%
Londres	1	3%
Reino Unido	2	6%

Os artigos foram publicados em 15 diferentes revistas, sendo o *Journal of Cosmetic Dermatology*, com seis publicações e a *Lasers in Surgery and Medicine*, com quatro publicações, aquelas com o maior número de publicações dos artigos encontrados nesta área investigada (tabela 2).

Tabela 2: Revistas publicadas

Revista	Nº artigos
Archives of Iranian Medicine	
Australasian Journal of Dermatology	
BioMed Research International	
ConScientiae Saúde	
International Journal of Endocrinology and Metabolism	1
Journal of Cosmetology	
Scientific Electronic Archives	
Translation Metabolic Syndrome Research	
Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology	
Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology	2
Dermatologic Therapy	
Journal of Cosmetic and Laser Therapy	3
Lasers in Medical Science	
Lasers in Surgery and Medicine	4
J Cosmet Dermatol	6

Ainda com relação às publicações, o idioma inglês foi predominante em 87% dos artigos (26 artigos) e o português em 13% (quatro artigos). Os artigos foram analisados entre os anos de 2016 a 2020, sendo 2016 o ano com maior número de publicações conforme tabela 3.

Tabela 3: Publicações conforme ano

Ano	Número de artigos
2016	10
2017	5
2018	8
2019	4
2020	1

Com relação ao tipo de estudo, 70% (21 artigos) era do tipo experimental, 17% (cinco artigos) eram ensaios clínicos e 7% (dois artigos) eram revisões, sendo um deles de revisão sistemática.

A análise realizada quanto ao número de participantes em cada artigo mostrou que 30% (nove artigos) utilizaram um número igual ou abaixo de 20

indivíduos, sendo um estudo de caso com dois participantes. A maior parte dos artigos 43% (13 artigos) foram realizados com a participação de 21 a 90 indivíduos, e acima de 100 participantes apenas 7% (dois artigos).

Majoritariamente os participantes eram do sexo feminino, apenas um artigo realizou sua pesquisa com 100% dos participantes do sexo masculino e em dez artigos os participantes eram de ambos os sexos, tendo as mulheres em maior quantidade.

Quanto a idade dos participantes, a maior parte dos artigos 27% (oito artigos) englobou pessoas entre a faixa etária de 18 a 65 anos. Faixas etárias mais estreitas também foram localizadas: entre 18 a 45 anos (17% - cinco artigos); 30 a 53 anos (7% - dois artigos); 30 a 66 anos (10% - três artigos). Dois dos artigos citaram somente a média das idades dos participantes (41,6 anos, 45,5 anos e 30,33 anos).

Relativamente à idade dos participantes, observou-se uma variação considerável entre a idade mínima e a máxima (18 a 65 anos) em oito artigos deste portfólio. Em apenas dois artigos a idade estava controlada entre 30 a 53 anos. De acordo com Issa *et al.* (2016) o envelhecimento é um processo complexo e multifatorial que ocorre em todos os indivíduos, sendo influenciado por fatores ambientais, hormonais e genéticos. Para Barbon *et al.*, (2016) ocorre uma diminuição gradativa da produção hormonal a partir dos 40 anos podendo desacelerar o metabolismo. Entretanto essas alterações hormonais podem afetar o estímulo dos β -receptores que estimulam a lipólise (Bani *et al.*, 2015).

Ainda sobre o perfil dos participantes, o IMC (Índice de massa corporal) igual ou superior a 30 foi exigido em 7% (dois artigos), 13% (4 artigos) estavam abaixo ou igual a 30 e 23% (7 artigos) incluíram participantes com IMC entre 18-30 kg/cm². Com relação ao fato dos equipamentos utilizados para o tratamento da gordura localizada, acredita-se que o ultrassom não seja o mais indicado para obesos.

Em relação a espessura mínima da camada adiposa na região abdominal para se realizar o procedimento apenas um artigo (3%) incluiu a medida de 0,6 cm. Acima de 1,5 cm três artigos (10%), dois artigos (7%) incluíram espessura mínima de 2,5cm.

Acrescenta-se que o efeito terapêutico na redução da gordura localizada ocorre pela ação de vários fatores, físicos, químicos e biológicos, resultando em lipólise, necrose adipocitária ou apoptose (morte celular programada) dependendo do equipamento utilizado (Halaas, 2020; Guth *et al.*, 2018; Mutti *et al.*, 2017).

Dentre os equipamentos de ultrassom encontrados nos artigos que compuseram o portfólio, 12 eram focalizados (HIFU), dez ultrassom de baixa frequência (ultracavitação) e seis ultrassom terapêutico convencional. Em aplicações terapêuticas, a energia ultrassônica é caracterizada por potência (W),

intensidade (W/cm²) e frequência em quilohertz (kHz) ou mega-hertz (MHz), caracterizando os equipamentos de ultracavitação, os aparelhos focalizados e os convencionais (Canela *et al.*, 2018; Petraglia *et al.*, 2017).

Verificou-se que 18 artigos aplicaram o ultrassom associado a outras técnicas como criolipólise, radiofrequência, laser de baixa intensidade, correntes elétricas ou vacuoterapia e nove usaram o ultrassom de forma isolada (Tabela 2).

Tabela 2: Tipos de ultrassom e associações

Ultrassom	Terapia associada	Nº artigos
Avatar Quatro		
Lipoline Plus		
GB-818	---	1
Sonomaster		
DualSoon		
LipoSonix		
MedContour	---	2
BTL Exilis	RF	1
Heccus	Corrente aussie	1
HIFU	RF	1
HIFU Scizer	Criolipólise	1
Lipocel	Laser	2
Manthus	Corrente estereodinamica	2
Proslimelt	Criolipólise	1
SlimMe	Vácuo	2
ULS	RF	1
Ultima	RF + vácuo	1
Ultrashape	Vácuo + RF	5

Ainda com relação aos equipamentos, os artigos do portfólio que utilizaram os recursos HIFU e ultracavitação (13 artigos) provocaram lesão térmica na membrana do adipócito, mas três deles destacaram que o procedimento é realizado sem causar danos aos tecidos adjacentes (pele, vasos, nervos ou músculos) (Guth *et al.*, 2018; Chang *et al.*, 2016).

Adicionalmente, por meio da análise histológica de tecido subcutâneo humano e em animais (ratos e suínos), também foram observados resultados positivos no tratamento de redução da gordura e ainda se constatou o grau de lesão que a onda sonora poderia causar no adipócito sem danificar as estruturas adjacentes (Zhou *et al.*, 2017; Halaas, 2020; Campos *et al.*, 2016).

Relativamente ao grau de lesão na célula adiposa, Roti, (2008) afirma que a faixa de temperatura de 40° a 47°C pode matar células e que os adipócitos sofrem apoptose (morte programada) por falta de fator de crescimento, exposição a uma temperatura de 44°C ou pelo resfriamento abaixo do ponto de congelamento (criolipólise). Outro de mecanismo de morte celular que ocorre em temperaturas acima de 44°C é a necrose.

O ultrassom focalizado (HIFU) fornece energia concentrada em um ponto focal a uma profundidade precisa do tecido adiposo. O efeito térmico do HIFU e da ultra cavitação provocados pelo fenômeno da cavitação causam aumento de temperatura local, gerando coagulação e necrose dos adipócitos (Alizadeh et al., 2016; Lee et al., 2017). Guth *et al.* (2018) mensuraram a temperatura na pele de animal suíno que atingiu 47,9°C após 20 pulsos de seis segundos. Em outro estudo histológico em pele de suíno, Jewell *et al.* (2011) aplicou HIFU e a temperatura atingiu 70°C em um a dois segundos no ponto focal da gordura sem danos aos tecidos adjacentes, que aquecem, porém não atingem a temperatura para lesionar o adipócito (Canela *et al.*, 2018; Petraglia *et al.*, 2017).

Na revisão de Alizadeh *et al.* (2016) realizada em humanos, a temperatura atingiu 56°C gerando a necrose coagulativa resultando em diminuição da espessura do tecido adiposo com uma a cinco aplicações. Com isso acredita-se no resultado efetivo do ultrassom focalizado, já que com um número reduzido de sessões consegue-se eliminar a gordura de maneira não invasiva sem prejudicar a saúde do indivíduo.

Em relação aos equipamentos de ultrassom convencional, alguns modelos possuem a corrente elétrica associada para promover aumento da circulação e da permeação de princípios ativos. De acordo com Canela *et al.* (2018) a contração muscular aumenta a pressão no músculo comprimindo os vasos linfáticos e sanguíneos impulsionando os fluidos facilitando o retorno venoso. Em outros estudos identificou-se que as correntes elétricas podem estimular a musculatura lisa dos vasos linfáticos (Costa *et al.*, 2017; Presotto *et al.*, 2018). Segundo Chang *et al.* (2016) os lipídios são removidos gradualmente através do sistema linfático, reduzindo assim o volume do tecido adiposo.

Quanto ao número de sessões realizadas e o intervalo entre as sessões que compuseram o estudo, a variação entre os artigos estavam relacionadas ao tipo de ultrassom utilizado (Tabela 4).

Tabela 4: Relação número de sessões e tipo de ultrassom*

Nº sessões	Intervalo		Número de artigos	Tipo de ultrassom
	Entre sessões	Percent.		
10 – 15**	2 a 7 dias	13%	4	Conv
3 – 5	14 dias	29%	9	Focal / UC
1 a 2	14 dias	39%	12	***Focal / UC

* Excluíram-se os artigos com pesquisas em animais e biópsias de pele humana.

** Exceto Petraglia [17] que realizou doze sessões uma vez por semana com uma ultracavitação.

***Focalizado / Ultracavitação

Relativamente ao número de sessões, observou-se uma tendência dos artigos que investigaram a ultracavitação e o HIFU em realizar de uma a cinco sessões para demonstrar eficiência dos recursos com poucas sessões. Enquanto os estudos sobre o ultrassom convencional demonstraram eficácia de tratamento com protocolos já utilizados na prática clínica e que não tinham evidência científica. Foram observados resultados positivos da ação do ultrassom no tratamento da gordura abdominal localizada em mulheres, a partir da utilização de diferentes equipamentos e protocolos. Na análise dos parâmetros utilizados observou-se que cada equipamento tem suas características e com isso os resultados podem variar conforme tabela 5.

Tabela 5: Parâmetros e reduções com avaliação até 1 mês após o tratamento

Equipamento	Freq em MHz	Tipo de US/ Associação	Dose por cm ²	Redução em cm
<i>Avatar</i>	3	C*	2W	2,4
<i>Heccus</i>	3	C*	2W	2,5
<i>Manthus</i>	3	C*	1,47W	2,78
<i>Ultrashape</i>	0,30	P / F*		0,6
<i>HIFU</i>	0	Focal	161J	3,36
<i>HIFU Scizer</i>	2	Focal	120J 143-	2,36
<i>SlimME</i>	2,25	UC + RF*	237J	2,16
<i>Lipoline Plus</i>	0,45	UC*		22,11
<i>LipoSonix Dual</i>		Focal	180J	1,8
<i>SOONTM</i>	3	Focal	57W	0,60
<i>ULTIMA</i>	1	UC + RF* UC + RF /	182J	1,7
<i>Megason</i>	0,36	UC + RF*		9,5
<i>ProSlimelt</i>	0,70	UC*		7,3
<i>ULS</i>		UC + RF*		7,8
<i>MedContour</i>	1	UC*	2-3W	0,94

*C = convencional / *RF = radiofrequência / *UC = ultracavitação

Ferrando *et al.* (2018) realizou uma sessão de ultrassom focalizado (*SlimMe*) com diferentes doses de energia e tempos de deposição diferentes na região abdominal. Num grupo realizou o procedimento sete dias antes e outro grupo 90 dias antes da abdominoplastia. Após a retirada do tecido realizou análise histológica que apresentou necrose coagulativa de gordura envolvida por paniculite granulomatosa e alguns detritos celulares apoptóticos.

Corroborando com a análise de Ferrando et al. (2018) e Lee *et al.* (2017) realizaram uma avaliação histológica em pele cadavérica que demonstrou um efeito térmico dependente da dose de energia. A entrega sucessiva e repetitiva de pulsos com a energia HIFU gera temperaturas mais altas nos tecidos em comparação com um único pulso. A viabilidade dos adipócitos após lesão térmica depende da temperatura e do tempo de exposição ao calor, resultando em danos térmicos mais efetivos aos adipócitos, não apenas nas zonas focadas, mas também nas zonas periféricas. A temperatura no tecido adiposo foi mensurada após a deposição de 237 J em 72 segundos e em outra região a deposição foi de 146 J em 96 segundos. As temperaturas atingiram 44,9°C e 48,4°C respectivamente.

Os parâmetros utilizados pelos artigos em que o HIFU e a ultracavitação eram os objetos de estudo não apresentaram consenso. A frequência, dose, potência, tempo e a duração de pulso utilizada não ficaram bem definidas. Relativamente ao HIFU, Ko *et al.* 2018 utilizaram HIFU SCIZER 2 MHz e dose de 120 J/cm², já Guth et al (2018) utilizaram HIFU (*Dualsoom*) 3 MHz e dose 180 J/cm² (60 J/cm² cada, com três passagens) e na revisão de Alizaded *et al.*(2016), que não especificou o equipamento de ultrassom utilizado, apresentou intensidades que variaram de 144J/cm² a 170J/cm².

Na ultracavitação, Petraglia *et al.* (2017) utiliza uma ultracavitação (*Lipoline Plus*) com frequência de 45khz e 60 W de potência, Naeimi *et al.* (2019) com a ultracavitação Megason trabalha na frequência de 32khz, Mahmoud *et al.* (2016) utiliza a ultracavitação *ProSlimelt* na frequência de 70kHz.

Quanto ao ultrassom convencional, observou-se que os parâmetros são mais padronizados. Silva e Maia (2019) utilizam o equipamento Avatar com frequência de 3 MHz e intensidade de 2w/cm², o mesmo parâmetro é usado por Canela *et al.* (2018) com o equipamento *Heccus*.

Mesmo com a diversidade de parâmetros e equipamentos utilizados, os resultados na redução da espessura da camada adiposa foi satisfatória em todos os artigos do portfólio. Com a ultracavitação o melhor resultado foi obtido por Mahmoud *et al.* (2016) com redução de 7,3 cm em duas sessões com o equipamento *ProSlimelt*.

Com o equipamento de ultrassom focalizado o melhor resultado foi encontrado por Alizadeh *et al.* (2016) que não mencionou o nome comercial do aparelho que reduziu em média 3,36 cm.

Tratando-se dos equipamentos de ultrassom convencional, a média de redução foi de 1,5 cm após dez sessões. Entretanto Petraglia *et al.* (2017) obteve uma redução média maior, de 22,11cm, porém este foi o único estudo do portfólio que realizou 12 sessões de ultracavitação (*Lipoline Plus*) com

sessões semanais. Este resultado confirma o que os estudos de Ferrando (2018) e Lee *et al.* (2017) relatam sobre o aquecimento no adipócito repetido e sucessivo que resulta em necrose adipocitária e consequentemente redução na espessura do tecido adiposo.

Ainda com relação aos resultados, as associações de técnicas foram as que obtiveram os melhores resultados. Naeimi *et al.* (2019) utilizando Megason 36 KHz em cinco aplicações, e Kapoor *et al.* (2017) utilizando a ultracavitação ULS com três aplicações, associaram um equipamento de ultra cavitação e radiofrequência e após a última sessão a redução atingiu 9,5 cm e 7,8 cm respectivamente. Considerando a tecnologia da radiofrequência, Borges, (2010) afirma que a radiofrequência promove calor profundo, gera a lipólise dos adipócitos, auxiliando na diminuição de medidas e organizando as fibras de colágeno. Como ocorre vasodilatação há hiperemia do tecido beneficiando sua oxigenação.

Naeimi *et al.* (2019) ainda associou a criolipólise em outro grupo após a aplicação da ultracavitação com radiofrequência e o resultado foi menor, houve uma redução de 4,66 cm. Isso pode ter ocorrido pelo fato dos resultados da criolipólise aparecerem a partir de 30/45 dias após à aplicação e essa reavaliação ocorreu em 30 dias após a aplicação (Meyer et al., 2017)

Com relação aos métodos de avaliação dos resultados dos tratamentos propostos, não houve um critério padronizado. Pelo menos três métodos como: peso, IMC, espessura da camada adiposa medida pelo paquímetro, imagem de ultrassom, ressonância magnética (RM), análise bioquímica e fotografia foram citados em 23 artigos. Outros métodos de avaliação como: fotografia avaliada por observadores cegos, questionário de satisfação dos resultados, questionamento sobre dor e/ou desconforto durante ou após a aplicação e possíveis reações adversas foram avaliadas em 13 artigos.

Com relação à avaliação dos tratamentos a medida da circunferência realizada com uma fita métrica de baixo custo e de fácil acesso, mesmo sendo considerado um método subjetivo para alguns autores, foi o recurso avaliativo mais utilizado. Foi utilizada em 19 artigos. Porém Otto (2016) faz referência a um método de medição da circunferência padronizado e validado que considera o posicionamento, a postura e a respiração do paciente.

O método utiliza um sistema de feixes perpendiculares de laser com a fita controlada por tensão colocada no topo da projeção do feixe nos pontos anatômicos de referência. Dessa feita, é um recurso pouco conhecido o que impossibilita a viabilidade deste método.

A ressonância magnética, mencionada somente por Auh *et al.* (2018) é considerada mais segura para avaliar a espessura da camada adiposa e menos dependente do usuário que a ultrassonografia, mas seu alto custo pode ser menos viável para pesquisas. A opção sugerida por Ko *et al.* (2018), foi a tomografia computadorizada.

Os registros fotográficos utilizados em cinco artigos eram ilustrativos, não tinham o objetivo de avaliar resultados. Diferentemente de seis artigos que avaliaram seus resultados por observadores cegos por meio de fotos tiradas antes e após o tratamento. Esses avaliadores reconheciam o lado tratado do não tratado ou identificava a foto tirada depois do tratamento comparando-a com a foto basal. Destes em média 70% dos observadores acertaram as fotos basais. De acordo com Auh *et al.* (2018) o objetivo desta avaliação é detectar a olho humano as alterações ocorridas após as intervenções e tem característica de ser imparcial.

Alguns autores tentaram padronizar as fotos realizando todos os registros por um único examinador em ambiente iluminado, na mesma posição ortostática com marcas colocadas no chão, mesma câmera digital e distanciamento da câmera e paciente também padronizado (Gold *et al.*, 2019; Otto, 2016; Chilukuri *et al.*, 2017). Acrescenta-se também que seis artigos realizaram análise bioquímica com o objetivo de mensurar perfil lipídico, marcadores inflamatórios, função hepática e renal. Em todos estes estudos, houve aumento nos níveis séricos de lipídeos e triglicerídeos nas amostras de sangue. Em dois artigos os autores observaram aumento significativo dos níveis séricos dos lipídios no sangue e em três artigos, sendo um deles uma revisão sistemática, relataram que os lipídeos não aumentaram significativamente. Com esta controvérsia sugere-se mais estudos para melhor análise desses resultados, considerando o intervalo de tempo das coletas que podem variar os resultados.

Quanto às análises nos marcadores inflamatórios e nos níveis da função hepática e renal Guth *et al.* (2018) afirmam que não há aumento significativo nas amostras de sangue coletadas.

Ainda sobre a análise bioquímica, Zhou *et al.* (2017) nos estudos realizados em suínos relata aumento considerável nos níveis de lipídios e triglicerídeos no sangue. Sugerindo que o tratamento com o ultrassom aumenta a permeabilidade da membrana do adipócito e libera lipídios intracelulares na circulação.

Campos *et al.* (2016) em sua pesquisa com suínos, mensurou a quantidade de glicerol no adipócito isolado após aplicação de ultrassom convencional e concluiu que houve um aumento de 52% na produção de glicerol. Este dado é confrontado com o resultado das análises realizadas em urina de pacientes que receberam o ultrassom, em que

Petraglia *et al.* (2017) afirma que os níveis de glicerol não tiveram aumento estatisticamente significativo e que este resultado precisa ser melhor investigado já que há relatos na literatura do aumento de glicerol na urina.

Quanto a avaliação final desses resultados, todos os artigos realizaram uma avaliação pré-tratamento. Após a última sessão reavaliações foram realizadas no pós imediato até 30 minutos após o procedimento em 23% (sete artigos), entre uma semana a 15 dias 13% (quatro artigos) e de um mês a quatro meses 30% (nove artigos). Dois artigos, cerca de 7%, avaliaram os resultados após um ano.

Na análise subjetiva dos resultados três artigos incluíram pesquisas de satisfação do paciente com relação aos resultados utilizando uma escala ordinal do tipo *Likert* de cinco pontos, na qual 0 representa muito insatisfeito e 4 representa muito satisfeito. Dos participantes que responderam por esta escala a média de resultado foi de 3,2 (satisfeito / muito satisfeito). Dois estudos aplicaram o “Questionário de Avaliação de Melhoria do Assunto”, baseada na escala Global *Aesthetic Improvement* (GAI), por esta escala o índice de satisfação foi de 80%. Os outros autores optaram por questionários subjetivos elaborados pelos pesquisadores (seis deles) e o resultado foi satisfatório para todos os participantes.

A dor e o desconforto relacionados ao procedimento foram avaliados após a intervenção usando uma Escala Visual Analógica (EVA) por cinco artigos. Os participantes foram apresentados com uma linha horizontal de 10 cm, onde "0" indicava "sem dor" e 10 indicavam "dor intolerável". Dos participantes da pesquisa de Gold *et al.* [11], 98% relataram sentir pouco ou nenhum desconforto, já na pesquisa de Dhilon, (2018) a dor foi de leve a moderada para os participantes, EVA de 3,5.

No estudo de Velez *et al.* (2018) 100% dos participantes não sentiram nenhum desconforto e não relataram nenhuma reação adversa do tipo eritema, edema ou hematoma. Assim como Velez *et al.* (2018), outros dois artigos realizaram a pesquisa respondendo ao questionamento de dor/desconforto elaborada pelos pesquisadores.

Com relação às reações adversas o eritema leve foi relatado em cinco artigos do portfólio, essa reação ocorreu logo após o procedimento e se resolveu em no máximo 30 minutos sem intervenção. Outra reação referida foi a queimação, Mahmoud *et al.* (2016) relatou que ocorreu durante o acoplamento do manípulo da criolipólise e por Mutti *et al.* (2017) a queimação surgiu durante a aplicação do manípulo pelo calor gerado pelo ultrassom. O hematoma apareceu em dois participantes do estudo de Mahmoud *et al.* (2016) após a criolipólise, mas desapareceu completamente em duas semanas.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que tanto os equipamentos convencionais, ultracavitação e focalizados apresentaram resultados satisfatórios. Porém, a redução da gordura localizada é mais eficaz nos equipamentos que lesionam o adipócito. Mesmo não havendo um consenso entre as características específicas de cada equipamento (frequência, potência e energia) a redução ocorreu e foi potencializada com a associação da radiofrequência.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Finanças Código 001.

REFERÊNCIAS

- Alizadeh, Z, Halabchi, F, Mazaheri, R, Abolhasani, M, Tabesh M. Review of the mechanisms and effects of noninvasive body contouring devices on cellulite and subcutaneous fat. *Int J Endocrinol Metabolic*, 2016.
- Auh, SL, Iyengar, S, Weil, A, Bolotin D, Cartee, T V., Dover, JS, et al. Quantification of noninvasive fat reduction: A systematic review. *Lasers Surgery Medicine*, 50(2):96–110, 2018.
- Bani, D, Li, AQ, Russo, G, Lo. Os efeitos clínicos e histológicos dos ultrassons de alta frequência minimamente focados no tecido subcutâneo humano. *Surgery Cosmetic Dermatology*, 7, 138–43, 2015.
- Barbon, FJ, Wiethölter, P, Flores, RA. Alterações Celulares no Envelhecimento Humano. *J Oral Investig*, 5, 61–5, 2016.
- Borges, F. Modalidades terapêuticas nas disfunções estéticas, 2nd edn. Editora Phorte, São Paulo, 2010.
- Canela, V,C, Crivelaro, C,N, Ferla, L,Z, Pelozo, G,M, Azevedo, J, Liebano, R,E, Nogueira, C, Guidi, R,M, Grecco, C, Sant'Ana, E. Synergistic effects of Combined Therapy: non focused ultrasound plus Aussie current for non-invasive body contouring. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 11, 203-211, 2018.
- Chang, SL, Huang, YL, Lee, MC, Chang, CH, Lin, YF, Cheng, CY, et al. Long-term follow-up for noninvasive body contouring treatment in Asians. *Lasers Med Sci*, 283–7, 2016.
- Chilukuri, S, Denjean, D, Fouque, L. Treating multiple body parts for skin laxity and fat deposits using a novel focused radiofrequency device with an ultrasound component: Safety and efficacy study. *J Cosmetic Dermatology*, 16, 476–9, 2017.
- Costa, RB, Garcez, VF, Limana MD. Terapia combinada (ultrassom e eletroterapia) na redução da adiposidade abdominal: relato de casos. *ConScientiae Saúde*, 665–70, 2017.
- Dhillon, B, Patel, T. An open-label, single-center, prospective evaluation of a novel noninvasive ultrasound body sculpting device. *J Clin Aesthetic Dermatology*, 41–5, 2018.
- Eickemberg, M, Amorim, L.D.A.F, Almeida, M.C.C, Aquino, E.M.L, Fonseca, M.J.M, Santos, I.S, Chor, D, Diniz, M.F,S, Barreto, S.M, Matos, S. M,A. Indicators of Abdominal Adiposity and Carotid Intima-Media Thickness: Results from the Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brazil). *Arq Bras Cardiologia*, 220-227, 2019.
- Ferrando, G. Safety, tolerability, and efficacy evaluation of the SlimME device for circumference reduction. *Lasers Surgery Medicine*, 745–54, 2018.
- Gold, MH, Coleman, WP, Coleman, W, Weiss, R. A randomized, controlled multicenter study evaluating focused ultrasound treatment for fat reduction in the flanks. *J Cosmetic Laser Therapy*, 21(1), 44–8, 2019.
- Guth, F, Bitencourt, S, Bedinot, C, Sinigaglia, G, Tassinari, JAF. Immediate effect and safety of HIFU single treatment for male subcutaneous fat reduction. *J Cosmetic Dermatol*, 385–9, 2018.
- Halaas, Y, Bernardy, J. Mechanism of nonthermal induction of apoptosis by high intensity focused electromagnetic procedure: Biochemical investigation in a porcine model. *J Cosmetic Dermatology*, 605–11, 2020.
- Issa, MCA, Fassini, A, Boechat, M, Ferolla, ACJ. Terapia Fotodinâmica no Fotoenvelhecimento: revisão da literatura. *Surgery Cosmetic Dermatology*, 10 – 06, 2016.
- Jewell, ML, Desilets, C, Smoller, BR Evaluation of a novel high-intensity focused ultrasound device: preclinical studies in a porcine model. *Aesthetic Surgery J*, 31, 429–434, 2011.
- Kapoor, R, Shome D, Ranjan, A. Use of a novel combined radiofrequency and ultrasound device for lipolysis, skin tightening and cellulite treatment. *J Cosmetic Laser Therapy*, 266–74, 2017.
- Ko, EJ, Kwon, HJ, Kwon, TR, Choi, SY, Yoo, KH, Kim, BJ. High-intensity focused ultrasound treatment after cryolipolysis may be used to reduce pain: Two case report. *Dermatol Therapy*, 2018.
- Lee, S, Kim, HJ, Park, HJ, Kim, HM, Lee, SH, Cho, S, Bin. Morphometric analysis of high-intensity focused ultrasound-induced lipolysis on

- cadaveric abdominal and thigh skin. *Lasers Medicine Science*, 1143–51, 2017.
- Mahmoud, Eldesoky, MT, Mohamed, Abutaleb EE, Mohamed, Mousa, GS. Ultrasound cavitation versus cryolipolysis for non-invasive body contouring. *Australas J Dermatology*, 288–93, 2015.
- Meyer, PF, Furtado, ACG, Morais, SFT, De Araújo, Neto, LG, Silva, RMV, Medeiros, ML, et al. Effects of cryolipolysis on abdominal adiposity of women. *Cryo-Letters*, 38, 379-86, 2017.
- Mohammadzadeh, M, Nasrfard, S, Nezafati, P, Arabpour, M, Ghaane, N, Salehi, M, et al. Effects of radio frequency and ultrasound cavitation therapy on serum C-reactive protein and pro-oxidant-antioxidant levels. *Arch Iran Med*, 2016.
- Mutti, L, de A, Mascarenhas, MRM, de Paiva, JMG, Teixeira SP, Yarak S. Tratamento não invasivo com ultrassom não focado transcutâneo na redução do tecido subcutâneo abdominal. *Surgery Cosmetic Dermatology*, 9, 86–90, 2017.
- Naeimi, M, Khorasanchi, Z, Mohammadzadeh, E, Safari, M, Naserifar Z, Afshari A, et al. Treatment by cryolipolysis with radiofrequency and ultrasound cavitation combination is no more effective in improving indices of adiposity than radiofrequency and ultrasound cavitation alone. *Transl Metabolic Syndrome*, 2, 7–10, 2019.
- Oliveira, LB, Carvalho, IB, Dourado, CSME, Dourado, JCL, Do Nascimento, MO. Prevalência de dislipidemias e fatores de risco associados. *J Health Biology Science*, 5, 320, 2017.
- Organização Mundial da Saúde, c2020. Boletim epidemiológico. Disponível em: <<https://www.paho.org/>> Acesso em: 21 de março de 2020.
- Otto, MJ. The safety and efficacy of thermal lipolysis of adipose tissue via ultrasound for circumference reduction: An open label, single-arm exploratory study. *Lasers Surgery Medicine*, 734–41, 2016.
- Petraglia L, DRXO. Crege, J. I. Dullius, A. E. Bighetti. Ultracavitation method of evaluation in the reduction of localized fat in women. *Scientific Electronic Archives*, 2017.
- Pires-De-Campos, MSM, De Almeida J, Wolf-Nunes, V, Souza, Francesconi E, Grassi, DM. Ultrasound associated with caffeine increases basal and beta-adrenoceptor response in adipocytes isolated from subcutaneous adipose tissue in pigs. *J Cosmetic Laser Therapy*, 18, 116–23, 2016.
- Otto, MJ. The safety and efficacy of thermal lipolysis of adipose tissue via ultrasound for circumference reduction: An open label, single-arm exploratory study. *Lasers Surgery Medicine*, 734–41, 2016.
- Petraglia L, DRXO. Crege, J. I. Dullius, A. E. Bighetti. Ultracavitation method of evaluation in the reduction of localized fat in women. *Scientific Electronic Archives*, 2017.
- Pires-De-Campos, MSM, De Almeida J, Wolf-Nunes, V, Souza, Francesconi E, Grassi, DM. Ultrasound associated with caffeine increases basal and beta-adrenoceptor response in adipocytes isolated from subcutaneous adipose tissue in pigs. *J Cosmetic Laser Therapy*, 18, 116–23, 2016.
- Presotto, L; Rogeri, L, N; Sinigaglia, G; Bitencourt, S; Tassinari, J, A, F. Aesthetic Nonthermal Ultrasound and Electric Current Combination Therapy for Body Sculpting. *Journal of Cosmetology*, 2018.
- Roti, Roti, JL. Cellular responses to hyperthermia (40–46 degrees C): Cell killing and molecular events. *Int J Hyperthermia*, 24, 3–15, 2008.
- Silva Siqueira, K., Maia, J.M. High-power therapeutic ultrasound for treatment of abdominal localized adiposity—double-blind randomized clinical trial. *Lasers Medicine Science*, 2019.
- Velez, MW, Ibrahim, O, Petrell K, Dover, JS. Nonthermal pulsed ultrasound treatment for the reduction in abdominal fat: A pilot study. *J Clin Aesthetic Dermatology*, 32–6, 2018.
- Wilkinson, EC, Bloom, BS, Goldberg, DJ. Clinical study to evaluate the performance of a noninvasive focused ultrasound device for thigh fat and circumference reduction compared to control. *J Cosmetic Dermatology*, 17, 157–61, 2018.
- Zhou, B, Leung, BYK, Sun, L. The Effects of Low-Intensity Ultrasound on Fat Reduction of Rat Model. *Biomed Res Int*, 2017.

APÊNDICE D – Publicação B – Tecartherapy in abdominal adiposity

Tecartherapy in abdominal adiposity

A.M. Ida¹, E.B. Neves², A.M.W. Stadnik³

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná / Graduate Program in Biomedical Engineering, student, Curitiba, Brazil

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná / Graduate Program in Biomedical Engineering, professor, Curitiba, Brazil

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná / Graduate Program in Biomedical Engineering, professor, Curitiba, Brazil

Abstract— Central obesity is one of the main causes of cardiovascular disease in Brazil and worldwide. Tecartherapy is one of the non-invasive modalities for the treatment of fat located in the abdominal region. This study aimed to verify the effect of Te-cartherapy to reduce localized abdominal adiposity in women. For this purpose, 23 healthy women aged between 40 and 55 years and with a BMI below 30 kg/h² and who did not go through menopause were recruited. Two evaluations were performed, one at the beginning of the treatment and another at the end. In the evaluation, anthropometric data were collected and perimetry was performed at four points and plicometry of the abdominal region. The volunteers received six applications of Tecartherapy once a week with the combination of capacitive and resistive tips for 40 minutes. The results showed a reduction in abdominal circumference ($p < 0.05$) and in the thickness of the subcutaneous fat layer ($p < 0.05$). The result was enhanced in those who practiced physical activity three or more times a week. It can be concluded that Tecartherapy used with the combination of capacitive and resistive tips is effective for the treatment of localized abdominal fat reduction.

Keywords— Electrical transfer, abdomen, capacitive and resistive therapy, radiofrequency and fat.

I. INTRODUCTION

Obesity has grown exponentially in Brazil and in several countries around the world, becoming a serious public health problem worldwide. It is estimated that there are 671 million people classified as obese in the world, and Brazilian women over 20 years of age have a prevalence of overweight of 58% and 21% of obesity, respectively [1,2,3].

Body fat distribution determines cardiovascular risk in normal weight, overweight and moderately obese individuals [2,4]. Excess fat centralized in the abdominal region is associated with a higher occurrence of metabolic complications and cardiovascular diseases [4,5,6].

Women have a tendency to accumulate fat in the abdominal region due to pregnancies and hormonal changes. In addition, the aging process causes a decline in growth hormone, basal metabolic rate and a natural reduction in the level of physical activity, in addition to a decline in the adoption of healthy eating habits, thus increasing the progressive fat redistribution; thus, women begin to accumulate more abdominal fat, altering their body-body biotype [5,6,7].

Localized adiposity can be treated conservatively or surgically. In the case of surgical treatments, from the use of liposuction or abdominoplasty. However, plastic surgery requires anesthesia and needs recovery time. In addition to the high cost, there are risks inherent to the surgical technique used [8,9,10,11].

In the case of conservative treatments that activate lipolysis, reducing abdominal fat in a non-invasive way, we can mention the use of dermatocosmetics, radiofrequency equipment [12], electrolipolysis, cryolipolysis, shock waves [8,12,13,14,15]. Tecartherapy is a resource used in musculoskeletal rehabilitation and currently some

evidence demonstrates its use in reducing adipose tissue [16,17,24]. Considering the few, however recent evidence found, enabling an innovative action, this study aimed to verify the effect of Tecartherapy to reduce localized abdominal adiposity in women.

II. METHODOLOGY

This is longitudinal research, with a quantitative and descriptive approach. To carry out this study, 23 women with complaints of localized abdominal adiposity, aged between 40 and 55 years, who do not use medication for heart disease, hypertension or diabetes, who did not go through menopause, do not use a copper IUD and with BMI below 30 kg/h². The execution of the study began after approval by the Ethics Committee of the UTPFR under number 4,996,821, following the ethical standards established in the Declaration of Helsinki.

The volunteers were instructed to maintain the frequency of previous physical activity and the eating routine during the study period.

Eight weekly sessions were carried out, with two evaluations, one at the beginning and another at the end of the treatment. In the evaluation, anthropometric data (weight and height), circumference of the abdominal circumference at four points, thickness of the adipose layer measured by an adipometer and a questionnaire on the practice of physical activity and food frequency were collected, aiming at monitoring possible changes in physical activity. food or physical activity routine.

The following week, the application of Tecartherapy began with the Tecare equipment from the HTM brand, using a combination of tips. Initially, the resistive tip of 70 mm in diameter was used for 20 minutes, followed by the capacitive tip of the same size and with the same application time. As a means of conduction, a product supplied by the manufacturer was used.

The parameters used were frequency of 0.6 MHz, intensity of 85% with a high but comfortable thermal sensation. At the end of the six applications, in the final evaluation, the measurement of anthropometric data, perimetry and thickness of the adipose layer was repeated and the questionnaires for investigation of the eating routine and physical activity were repeated.

III. RESULTS

The sample consisted of 23 healthy women with a mean weight of 68.04 kg, standard deviation 8.22, p value 0.264 and mean BMI 26.08, standard deviation 3.32. There was no dietary variation according to the data collected, as the volunteers were instructed not to vary their dietary pattern. Table 1 shows comparative data before and after six applications of tecartherapy. The analysis of table 1 demonstrates the effectiveness of the treatment, as there was a significant reduction in the circumference of the abdominal circumference. The measurements of the umbilicus and the two points above and below the umbilicus showed the greatest reduction. Data also confirmed by plicometry with the adipometer.

Table 1 Comparative analysis of anthropometric variables of 23 women, before and after the treatment period with Tecartherapy, Curitiba, Brazil, 2022.

		Average	Detour Pattern	p value
Pair 1	Weight before	68.54	8.22	0.264
	Weight later	68.71	8.09	
Pair 2	BMI before	26.08	3.32	0.267
	BMI later	26.14	3.28	
Pair 3	Circumference 10cm above umbilical scar before	81.95	6.98	0.069
	Circumference 10cm above umbilical scar later	81.31	7.38	
Pair 4	Circumference 5cm above umbilical scar before	82.6	7.37	<0.001
	Circumference 5cm above umbilical scar later	81.39	7.66	
Pair 5	Circumference umbilical before	87.54	8.36	<0.001
	Circumference umbilical later	86.3	8	
Pair 6	Circumference 5cm below umbilical scar before	93.03	7.47	0.031
	Circumference 5cm below umbilical scar later	92.11	7.72	
Pair 7	Adipometer thickness before	2.93	0.49	0.021
	Adipometer thickness later	2.74	0.43	
Pair 8	Physical Activity Frequency before	2.39	1.94	0.398
	Physical Activity Frequency later	2.65	2.14	

*IMC – Índice de massa corporal

A Tabela 2 mostra que a aplicação da Tecarterapia é eficaz em indivíduos que não praticam atividade física ou que praticam menos de três vezes por semana (n=12), já que houve redução significativa em duas medidas.

Table 2 Comparative analysis of anthropometric variables, before and after, the application of Tecartherapy to 12 sedentary women or those who practiced physical activity up to three times a week, Curitiba, Brazil, 2022.

		Average	Detour Pattern	p value
Pair 1	Weight before	69.7	9.22	0.524
	Weight later	69.84	9.04	
Pair 2	BMI before	26.48	3.71	0.574
	BMI later	26.53	3.61	
Pair 3	Circumference 10cm above umbilical scar before	81.98	7.52	0.186
	Circumference 10cm above umbilical scar later	81.61	7.78	
Pair 4	Circumference 5cm above umbilical scar before	83.45	7.43	0.03
	Circumference 5cm above umbilical scar later	82.3	8.02	
Pair 5	Circumference umbilical before	89.9	8.55	0.018
	Circumference umbilical later	89.04	8.1	
Pair 6	Circumference 5cm below umbilical scar before	95.3	8.48	0.466
	Circumference 5cm below umbilical scar later	94.78	8.58	
Pair 7	Adipometer thickness before	3	0.49	0.213
	Adipometer thickness later	2.84	0.38	
Pair 8	Physical Activity Frequency before	1.17	1.4	0.266
	Physical Activity Frequency later	0.83	0.94	

*IMC – índice Massa Corporal

Table 3 shows that the results can be enhanced with the practice of physical activity equal to or greater than three times a week.

Table 3 Comparative analysis of anthropometric variables, before and after, the application of Tecartherapy to 11 women who practiced physical activity more than three times a week, Curitiba, Brazil, 2022.

		Average	Detour Pattern	p value
Par 1	Weight before	67.27	7.2	0.373
	Weight later	67.48	7.14	
Par 2	BMI before	25.64	2.96	0.338
	BMI later	25.72	3	
Par 3	Circumference 10cm above umbilical scar before	81.92	6.7	0.179
	Circumference 10cm above umbilical scar later	80.99	7.28	
Par 4	Circumference 5cm above umbilical scar before	81.66	7.54	0.002
	Circumference 5cm above umbilical scar later	80.39	7.5	
Par 5	Circumference umbilical before	84.97	7.71	0.001
	Circumference umbilical later	83.32	7.07	
Par 6	Circumference 5cm below umbilical scar before	90.55	5.54	0.003
	Circumference 5cm below umbilical scar later	89.2	5.67	
Par 7	Adipometer thickness before	2.85	0.5	0.043

	Adipometer thickness later	2.63	0.48	
Par 8	Physical Activity Frequency before	3.73	1.56	0.096
	Physical Activity Frequency later	4.64	0.92	

*IMC – Índice de massa corporal

IV. DISCUSSION

The present study verified the effectiveness of treatment to reduce localized abdominal fat. In the anthropometric analysis considering a single group (N=23, Table 1) there was no weight variation, however there was a significant reduction in the perimetry of the abdominal circumference ($p < 0.001$) and in the thickness of the adipose layer measured with the adipometer ($p = 0.021$).

It is suggested that the increase in temperature promotes vasodilation, improving tissue oxygenation, nutrition and eliminating metabolic waste, facilitating the reabsorption of liquids [17,19,20,21]. Hyperthermia increases the thickness of the dermis and makes it more organized, remodeling collagen fibers [10,22,23]. The thermal stimulus associated with the electrical stimulus can reduce significant amounts of lipids inside the adipocytes, which can leave the adipocyte membrane damaged or destroyed [16,24,25]. The combination of these effects suggests a significant reduction in abdominal circumference and thickness.

In the study, a combination of capacitive and resistive tips was used, working on the superficial and deep tissue respectively, acting on both parts, providing better results. A probable effect of this strategy was the significant reduction of circumferences also in the regions 5cm above and below the umbilical scar region ($p < 0.001$ and $p = 0.031$, respectively, Table 1) and ($p = 0.002$ and $p = 0.003$, respectively, Table 3).

The capacitive tip is directed to less resistant tissues such as skin, muscles, dermis, circulatory and lymphatic systems. The resistive tip acts on tissues of greater resistance such as joints, cartilage, tendons and deep muscles [18,19,20,21]. The action of the two tips achieves a deeper thermal energy and with a more effective action, since it reaches in the same proportion the superficial and deep layer in the treated area [31,32,24]. In the study by Meyer et.al [17] the results were compared after the application of tecartherapy on abdominal fat in three groups (capacitive, resistive and capacitive + resistive), concluding that the combination of tips resulted in a greater reduction in tissue thickness adipose.

These findings are similar to those found in some studies on radiofrequency, in which hyperthermia would promote improved body contour, increased circulation and reduced cellulite appearance [31,32].

It was also verified that the practice of regular physical activity enhances the results. This was confirmed by the increase in mean differences observed for the group of subjects who practiced

physical activity three times or more a week (Table 3) compared to the mean differences for those who practiced physical activity twice or less (Table 2). Studies suggest that exercise helps reduce anxiety, increases metabolism, controls weight gain, prevents chronic diseases by improving the way individuals perceive themselves and encourages them to take care of their quality of life [25,26,27]. The effects of increased temperature on adipose tissue potentiate the metabolic increase and, combined with the practice of regular exercises, results in more significant reductions in abdominal circumference [22].

One of the limitations of this study is the lack of daily food control for better accuracy of the amount of calories ingested during the study period.

V. CONCLUSIONS

In this study, we concluded that Tecartherapy used with the combination of capacitive and resistive tips is effective for the treatment of localized abdominal fat reduction. The result was enhanced in those who practiced physical activity three or more times a week.

ACKNOWLEDGMENT

This study was financed in part by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel - Brazil (CAPES) - Finance Code 001.

CONFLICT OF INTEREST

"The authors declare that they have no conflict of interest".

REFERENCES

1. Stevens, B., Pezzullo, L., Verdian, L., Tomlinson, J., George, A., & Bacal, F. (2018). The economic burden of heart conditions in Brazil. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 111(1), 29–36. <https://doi.org/10.5935/abc.20180104>
2. Fogaça, E. M., Theodoro, H., Mendes, K. G., & Olinto, M. T. A. (2019). Prevalência de obesidade em mulheres na pós-menopausa atendidas em um ambulatório no sul do Brasil. *Revista Da Associação Brasileira de Nutrição-RASBRAN*, 10(1), 46–52. <https://www.rasbran.com.br/rasbran/article/view/663>
3. Loureiro, N. S. de L., Amaral, T. L. M., Amaral, C. de A., Monteiro, G. T. R., Vasconcellos, M. T. L. de, Bortolini, M. J. S., Loureiro, N. S. de L., Amaral, T. L. M., Amaral, C. de A., Monteiro, G. T. R., Vasconcellos, M. T. L. de, & Bortolini, M. J. S. (2020). Relação de indicadores antropométricos com fatores de risco para doença cardiovascular em adultos e idosos de Rio Branco, Acre. *Revista de Saúde Pública*, 54, 1–14. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2020054001088>
4. Malanchen, B. E., Da Silva, F. A., Bernardi, D. M., Pappen, D. R. R. P., & Filho, D. P. (2020). Correlação Da Composição Corporal Com a Incidência De Doenças Cardiovasculares Em Um Hospital Do Oeste Do Paraná. *Fag Journal of Health (Fjh)*, 2(2), 212–223. <https://doi.org/10.35984/fjh.v2i2.199>
5. Barroso, T. A., Marins, L. B., Alves, R., Gonçalves, A. C. S., Barroso, S. G., & Rocha, G. de S. (2017). Association of Central

- Obesity with The Incidence of Cardiovascular Diseases and Risk factors. *International Journal of Cardiovascular Sciences*, 30(5), 416–424. <https://doi.org/10.5935/2359-4802.20170073>
6. De Oliveira, L. B., De Carvalho, I. B., Dourado, C. S. M. E., Dourado, J. C. L., & Do Nascimento, M. O. (2017). Prevalência de dislipidemias e fatores de risco associados. *Journal of Health & Biological Sciences*, 5(4), 320. <https://doi.org/10.12662/2317-3076jhbs.v5i4.1306.p320-325.2017>
 7. Dada, R. P., Magnani Branco, B. H., Oliveira Terra, C. M. de, Brito Lazarin, S. P., Hintze, L. J., & Junior, N. N. (2018). Nutritional status and cardiometabolic risk in women: Relationship with usual and non-usual components of body composition. *Journal of Physical Education (Maringa)*, 29(1), 1–11. <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v29i1.2935>
 8. Mutti, L. de A., Mascarenhas, M. R. M., de Paiva, J. M. G., Teixeira, S. P., & Yarak, S. (2017). Tratamento não invasivo com ultrassom não focado transcutâneo na redução do tecido subcutâneo abdominal. *Surgical and Cosmetic Dermatology*, 9(1), 86–90. <https://doi.org/10.5935/scd1984-8773.201791648>
 9. Chi, A., Lange, A., Guimarães, M. V. T. N., & Santos, C. B. Dos. (2018). Prevenção e tratamento de equimose, edema e fibrose no pré, trans e pós-operatório de cirurgias plásticas. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica (RBCP) – Brazilian Journal of Plastic Surgery*, 33(3), 343–454. <https://doi.org/10.5935/2177-1235.2018rbcp0147>
 10. Froes Meyer, P., Valentim da Silva, R. M., Dantas de Castro, F. C., Paiva Fernandes, L. de M., Ferreira de Lima, T. A., Bezerra de Araújo, C. C., & Moraes Carreiro, E. de. (2018). Shock waves effects on localized adiposity caused by injectable GH: Case study. *Journal of Dermatology & Cosmetology*, 2(4), 184–188. <https://doi.org/10.15406/jdc.2018.02.00072>
 11. Wilkerson, E. C., Bloom, B. S., & Goldberg, D. J. (2018). Clinical study to evaluate the performance of a noninvasive focused ultrasound device for thigh fat and circumference reduction compared to control. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 17(2), 157–161. <https://doi.org/10.1111/jocd.12480>
 12. Auh, S. L., Iyengar, S., Weil, A., Bolotin, D., Cartee, T. V., Dover, J. S., Maher, I. A., Sobanko, J. F., Cohen, J. L., Poon, E., & Alam, M. (2018). Quantification of noninvasive fat reduction: A systematic review. *Lasers in Surgery and Medicine*, 50(2), 96–110. <https://doi.org/10.1002/lsm.22761>
 13. Valentim Da Silva, R. M., Barichello, P. A., Medeiros, M. L., Mendonça, W. C. M. De, Dantas, J. S. C., Ronzio, O. A., Froes, P. M., & Galadari, H. (2013). Effect of capacitive radiofrequency on the fibrosis of patients with cellulite. *Dermatology Research and Practice*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/715829>
 14. da Silva Siqueira, K., & Maia, J. M. (2019). High-power therapeutic ultrasound for treatment of abdominal localized adiposity—double-blind randomized clinical trial. *Lasers in Medical Science*. <https://doi.org/10.1007/s10103-019-02895-1>
 15. Ida, A. M., Leandra, U., & Stadnik, A. M. W. (2020). Ultrassom no tratamento da gordura abdominal. In: I Congresso Brasileiro Interdisciplinar de Ciência e Tecnologia, Diamantina-MG. Anais do I Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia. Diamantina-MG: Even3, 2020. p. 1-8.
 16. Meyer, P. F., Da Silva, R. M. V., Carreiro, E. D. M., dos Santos Borges, F., Queiroga, S., & Picariello, F. (2022). Effects of Tecar Therapy on Adipose Tissue: Clinical Trial. *Journal of Biosciences and Medicines*, 10(04), 169–180. <https://doi.org/10.4236/jbm.2022.104015>
 17. Kwon, T.-R., Lee, S.-E., Kim, J. H., Jeon, Y. J., Jang, Y. N., Yoo, K. H., & Kim, B. J. (2019). The Effectiveness of 448-kHz Capacitive Resistive Monopolar Radiofrequency for Subcutaneous Fat Reduction in a Porcine Model. *Medical Lasers*, 8(2), 64–73. <https://doi.org/10.25289/ml.2019.8.2.64>
 18. Yokota, Y., Sonoda, T., Tashiro, Y., Suzuki, Y., Kajiwara, Y., Zeidan, H., Nakayama, Y., Kawagoe, M., Shimoura, K., Tatsumi, M., Nakai, K., Nishida, Y., Bito, T., Yoshimi, S., Aoyama, T., Martínez-botas, J., Trillo, M., Paino, C. L., Kumaran, B., ... Watson, T. (2020). Skin thermophysiological effects of 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency in healthy adults: A randomised crossover study and comparison with pulsed shortwave therapy. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 19(3), 137–146. <https://doi.org/10.1589/jpts.30.719>
 19. Tashiro, Y., Hasegawa, S., Yokota, Y., Nishiguchi, S., Fukutani, N., Shirooka, H., Tasaka, S., Matsushita, T., Matsubara, K., Nakayama, Y., Sonoda, T., Tsuboyama, T., Aoyama, T., Kim, G. W., Won, Y. H., Park, S. H., Seo, J. H., Kim, D. H., Lee, H. N., ... Hernando, A. (2017). Influence of electrodes on the 448 kHz electric currents created by radiofrequency: A finite element study. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 36(3), 306–314. <https://doi.org/10.1155/2019/8215371>
 20. Clijnsen, R., Leoni, D., Schneebeli, A., Cescon, C., Soldini, E., Li, L., & Barbero, M. (2020). Does the Application of Tecar Therapy Affect Temperature and Perfusion of Skin and Muscle Microcirculation? A Pilot Feasibility Study on Healthy Subjects. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 26(2), 147–153. <https://doi.org/10.1089/acm.2019.0165>
 21. Bito, T., Tashiro, Y., Suzuki, Y., Kajiwara, Y., Zeidan, H., Kawagoe, M., Sonoda, T., Nakayama, Y., Yokota, Y., Shimoura, K., Tatsumi, M., Nakai, K., Nishida, Y., Yoshimi, S., Tsuboyama, T., & Aoyama, T. (2019). Acute effects of capacitive and resistive electric transfer (CRet) on the Achilles tendon. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 38(1), 48–54. <https://doi.org/10.1080/15368378.2019.1567525>
 22. Monaretti, G. L., Costa, M. C. F., Rocha, L. B., Cintra, M. M., da Cunha, M. T. R., Pinheiro, N. M., Noites, A., & Mendonça, A. C. (2021). Effect of capacitive radiofrequency on the dermis of the abdominal region. *Lasers in Medical Science*. <https://doi.org/10.1007/s10103-021-03311-3>
 23. Rego Maia, R., Froes Meyer, P., Marcel Valentim Da Silva, R., M. Soares, E., Cristina F Da Silva, L., Santos De Vasconcellos, L., Davi Costa E. Silva, J., De Moraes Carreiro, E., Gonzaga De Araujo Neto, L., Rosa V. Marques, A., & Tavora Pinho Rosado Ventura, A. (2021). Effects of Tecar Therapy Associated With Manual Therapy on Gluteal Skin Flaccidity. *International Journal of Advanced Research*, 9(02), 902–910. <https://doi.org/10.21474/ijar01/12533>
 24. Albornoz-Cabello, M., Ibáñez-Vera, A. J., & De la Cruz-Torres, B. (2017). Efficacy of monopolar dielectric transmission radio frequency in panniculus adiposus and cellulite reduction. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, 19(7), 422–426. <https://doi.org/10.1080/14764172.2017.1342041>
 25. Silva, V. H., Rocha, J. S. B., & Caldeira, A. P. (2018). Factors associated with negative self-rated health in menopausal women. *Ciencia e Saude Coletiva*, 23(5), 1611–1620. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018235.17112016>
 26. OMS (Organização Mundial da Saúde). Diretrizes sobre atividade física. 26 nov. 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/26-11-2020-oms-lancanovas-diretrizes-sobre-atividade-fisica-e-comportamento-sedentario>. Acesso em: 06 mar.2022.
 27. Legrand, F., Silete, G., & Schiffler, F. (2020). Internalized Media-Promoted Body Ideals Only Marginally Moderate the Effects of Exercise on Self-Esteem, Body Image Satisfaction, and Physical Self-Perceptions. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 91(4), 713–719. <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1706713>
 28. Ganzit, G., Medicina, I., & Torino, S. (2015). Tecar® Therapy in the Treatment of Acute and Chronic. *June*.
 29. Kumaran, B., & Watson, T. (2020). Thermophysiological responses to capacitive resistive monopolar radiofrequency electromagnetic radiation in patients with osteoarthritis of the knee joint: A randomised controlled experimental study. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 00(00), 1–12. <https://doi.org/10.1080/15368378.2020.1846556>
 30. Coccetta, C. A., Sale, P., Ferrara, P. E., Specchia, A., Maccauro, G., Ferriero, G., & Ronconi, G. (2018). Effects of capacitive and resistive electric transfer therapy in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. 1–6. <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000324>
 31. Harth, Y. (2015). Painless, Safe, and Efficacious Non-Invasive Skin Tightening, Body Contouring, and Cellulite Reduction Using Multisource 3DEEP Radiofrequency. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 14, 70–75. <https://doi.org/10.1111/jocd.12124>
 32. Sadick, N. and Rothaus, K. (2016). Aesthetic Applications of Radiofrequency Devices. *Clinics in Plastic Surgery*, 43, 557–565. <https://doi.org/10.1016/j.cps.2016.03.014>

Enter the information of the corresponding author:

Author:
Institute:
Street:
City:
Country:
Email:

APÊNDICE E – Publicação C - Effects of Tecartherapy on Body Tissues: a systematic review

Effects of Tecartherapy on Body Tissue: A Systematic Review

Adriana Mitie Ida, Eduardo Borba Neves, Adriana Maria Wan Stadnik

Graduate Program in Biomedical Engineering, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brazil

Correspondence to: Adriana Mitie Ida, adrianaida@hotmail.com

Keywords: CRET, Electrical Transfer, Diathermy, Capacitive-Resistive

Received: October 3, 2023, **Accepted:** October 27, 2023 **Published:** October 30, 2023 Copyright © 2023 by author(s) and Scientific Research Publishing Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Electrophysical devices based on diathermy are one of the modalities used by many professionals to treat pain. The objective of this study was to identify the effects of Tecartherapy on healthy and unhealthy tissues. A systematic review of Tecartherapy technology was carried out. Articles published up to the year 2023 were investigated. The search argument used was “Capacitive-resistive electrical transfer” OR “Tecar” OR “Therapy Tecar” OR “CRET” in the BVS, Cochrane, PEDro, PubMed, IEEE Explore databases, Scielo and Web of Science. As for the main results of using Tecartherapy, there is an increase in temperature. In healthy tissues there is an increase in local blood flow, a decrease in muscle fatigue and an increase in muscle flexibility. In addition to the effects observed on healthy tissues, pain reduction and improved joint function were also observed. It was concluded that this technology has similar effects to other diathermy, but Tecartherapy proved to be safer and more comfortable.

1. INTRODUCTION

Electrophysical devices based on diathermy are one of the modalities used by many professionals to treat pain. This form of heat is used to increase blood flow and improve tissue extensibility [1-4].

Tecartherapy technology is one of the diathermy resources that operate at low frequency (0.3 to 1.2 MHz) [2, 3]. Lower frequencies heat deep tissues without overheating the surface. For this reason, the use of Tecartherapy is growing, as it provides more comfort and safety for the patient [5-9].

Tecartherapy is a non-invasive technology that uses electromagnetic waves to generate thermal energy and stimulate the body to self-regenerate [6, 10-13]. Lower frequencies produce heat in deeper tissues, while higher frequencies heat more superficial tissues [10, 12, 14, 15].

Energy is supplied to the tissues by an active electrode with a circular shape and diameters ranging from 25 mm to 70 mm and can be resistive (RES) or capacitive (CAP). And a metal plate as a passive electrode that is in contact with the patient's skin, serving as a conductor. The energy passes between the electrodes and generates heat in the tissues [1, 2, 5, 6, 16-18].

The two modes of capacitive or resistive treatment induce different tissue responses depending on the resistance of the treated tissue [6, 19]. The CAP electrode is coated with a polyamide material. Energy transmission generates heat in the superficial layers, with a

selective action on low-impedance soft tissues (rich in water), such as adipose tissue, muscle, cartilage and lymphatic system [1, 6, 14, 20, 21]. The RES electrode does not have an insulating material, the radiofrequency energy passes directly through the body in the direction of the inactive electrode. This generates heat in the deeper and more resistant tissue layers (low water content), such as bone, muscle fascia, capsules and tendons [1, 6, 16, 20, 21].

The use of Tecartherapy in clinical practice has been carried out for more than 20 years, however studies to identify the effects and effectiveness are scarce [4, 6]. The last three years have seen an increase in the number of studies, but the effects are still unclear. Therefore, the objective of this study was to identify the effects of Tecartherapy on different healthy or pathological osteomyoarticular tissues.

2. METHODOLOGY

This systematic review was written in accordance with PRISMA recommendations [22] and included articles between the years 2013 and 2023 referring to the effects of tecartherapy on osteoarticular tissues.

In this systematic review, experimental studies that met the following inclusion criteria were included: full text available, which used low-frequency equipment with two types of tips (capacitive and resistive) and articles that used the technology in human tissue. The results considered the effects after application and doses used in studies and regions in which the technology was applied.

To carry out this study, a search was carried out in the databases from December 6/2021 to May 20/2023 in the VHL, Cochrane, PeDro and PubMed. The search argument used was “Transfer electrical capacitive-resistive” OR “Tecar” OR “Therapy Tecar” OR “CRET”. With the same research argument in the IEEE Explore, Scielo and Web of Science databases, no articles related to the research topic were found. Furthermore, bibliographic references from other sources were explored to find studies that, perhaps, had not been retrieved from the databases.

Experimental studies that evaluated the effects of Tecartherapy on human tissues were selected in this review. Review, repeated studies, in vitro or cadaveric studies that used electrical transfer to carry out oncological exams or treatments were excluded. Titles and abstracts were selected by two authors independently. After that, the full texts that met the inclusion criteria were analyzed. Disagreements were resolved by the third author.

The data extracted from the studies were: effects on tissues, place of application, dose used, number of sessions, sample numbers, sex, age, device and results.

Methodological quality and risk of bias were assessed using the Cochrane ACROBAT-NRSI scale. The instrument assesses seven domains: 1) confusion, 2) study selection, participants, 3) intervention measurement, 4) non-receipt of assigned intervention, 5) losses, 6) outcome measurement, 7) selective reporting of results. The first three are pre-intervention domains and the other four are post-intervention domains. For each domain, “low”, “moderate”, “severe”, “critical” and “no information” ratings are assigned. The overall risk of bias in each study is the domain with the highest risk of bias as shown in **Table 1** [23].

3. RESULTS

Figure 1 shows the flowchart of the articles included in the present study. A total of 2225 articles were found in the search carried out in the databases, two studies were retrieved in manual searches and duplicate studies were excluded.

Table 1. Methodological quality.

Estudo	Pre-intervention		During intervention		Post intervention			Risk
	1	2	3	4	5	6	7	
Ganzit <i>et al., 2015</i>	low	low	low	low	low	low	low	low
Kumaran; Watson, 2015	low	low	low	low	low	low	low	low
Osti <i>et al., 2015</i>	low	low	low	low	low	low	low	low
Albornoz-Cabello <i>et al., 2017</i>	low	moderate	low	low	low	moderate	moderate	moderate
Kumaran <i>et al., 2017</i>	low	low	low	low	low	low	low	low
Tashiro <i>et al., 2017</i>	low	low	low	low	low	low	low	low
Cocchetta <i>et al., 2018</i>	low	low	low	low	low	low	low	low
Duñabeitia <i>et al., 2018</i>	low	low	moderate	low	low	serious	low	serious
Kumaran e Watson, 2018	moderate	low	moderate	low	low	low	low	moderate
Yokota <i>et al., 2018</i>	low	moderate	low	low	low	low	low	moderate
Bito <i>et al., 2019</i>	low	moderate	low	low	low	low	low	moderate
Cau <i>et al., 2019</i>	low	low	moderate	low	low	low	low	moderate
Clijssen <i>et al., 2019</i>	low	low	low	low	low	low	low	low
Diego <i>et al., 2019</i>	low	low	low	low	low	low	low	low
Kim <i>et al., 2019</i>	low	low	low	low	low	low	low	low
Kumaran; Watson, 2019	low	low	low	low	low	low	moderate	moderate

Continued

Noites <i>et al.</i> , 2019	low	low	low	low	low	low	low	moderate	moderate
Paolucci <i>et al.</i> , 2019	low	low	low	low	low	low	low	low	low
Vale <i>et al.</i> , 2019	low	low	moderate	low	low	moderate	moderate	moderate	moderate
Bito <i>et al.</i> , 2020	low	low	moderate	low	low	low	low	low	moderate
Davari <i>et al.</i> , 2020	low	moderate	moderate	low	low	low	low	low	moderate
Kim <i>et al.</i> , 2020	low	moderate	low	low	low	low	low	low	moderate
Kumaran; Watson, 2020	low	low	low	low	low	low	low	low	low
Toader, 2020	moderate	moderate	moderate	low	low	low	low	low	moderate
Tashiro <i>et al.</i> , 2020	low	low	low	low	low	low	low	low	low
Szabo <i>et al.</i> , 2020	low	low	moderate	low	low	moderate	moderate	moderate	moderate
Yeste-Fabregat <i>et al.</i> , 2021	low	low	low	low	low	low	low	low	low
Kim <i>et al.</i> , 2021	low	low	moderate	low	low	low	low	low	moderate
Ledesma; Munõz, 2021	low	low	low	low	low	low	low	low	moderate
Maia <i>et al.</i> , 2021	low	moderate	low	low	low	low	low	low	low
Mohamadi, 2021	moderate	moderate	moderate	low	low	moderate	low	low	low
Monaretti <i>et al.</i> , 2021	low	low	low	low	low	low	low	low	low
Iacob <i>et al.</i> , 2021	low	low	moderate	low	low	moderate	low	moderate	moderate
Oh <i>et al.</i> , 2021	low	low	low	low	low	low	low	low	low
De Sousa <i>et al.</i> , 2022	moderate	low	low	low	low	low	low	low	low
Meyer <i>et al.</i> , 2022	low	low	low	low	moderate	low	low	moderate	moderate
Nakamura <i>et al.</i> , 2022	low	low	low	low	low	low	low	moderate	moderate
Wachi <i>et al.</i> , 2022	low	low	low	low	low	low	low	moderate	moderate

Continued

Noites <i>et al.</i> , 2019	low	low	low	low	low	low	low	moderate	moderate
Paolucci <i>et al.</i> , 2019	low	low	low	low	low	low	low	low	low
Vale <i>et al.</i> , 2019	low	low	moderate	low	low	moderate	moderate	moderate	moderate
Bito <i>et al.</i> , 2020	low	low	moderate	low	low	low	low	low	moderate
Davari <i>et al.</i> , 2020	low	moderate	moderate	low	low	low	low	low	moderate
Kim <i>et al.</i> , 2020	low	moderate	low	low	low	low	low	low	moderate
Kumaran; Watson, 2020	low	low	low	low	low	low	low	low	low
Toader, 2020	moderate	moderate	moderate	low	low	low	low	low	moderate
Tashiro <i>et al.</i> , 2020	low	low	low	low	low	low	low	low	low
Szabo <i>et al.</i> , 2020	low	low	moderate	low	low	moderate	moderate	moderate	moderate
Yeste-Fabregat <i>et al.</i> , 2021	low	low	low	low	low	low	low	low	low
Kim <i>et al.</i> , 2021	low	low	moderate	low	low	low	low	low	moderate
Ledesma; Munõz, 2021	low	low	low	low	low	low	low	low	moderate
Maia <i>et al.</i> , 2021	low	moderate	low	low	low	low	low	low	low
Mohamadi, 2021	moderate	moderate	moderate	low	low	moderate	low	low	low
Monaretti <i>et al.</i> , 2021	low	low	low	low	low	low	low	low	low
Iacob <i>et al.</i> , 2021	low	low	moderate	low	low	moderate	low	moderate	moderate
Oh <i>et al.</i> , 2021	low	low	low	low	low	low	low	low	low
De Sousa <i>et al.</i> , 2022	moderate	low	low	low	low	low	low	low	low
Meyer <i>et al.</i> , 2022	low	low	low	low	moderate	low	low	moderate	moderate
Nakamura <i>et al.</i> , 2022	low	low	low	low	low	low	low	moderate	moderate
Wachi <i>et al.</i> , 2022	low	low	low	low	low	low	low	moderate	moderate

1) confusion; 2) selection of study participants; 3) assessment of intervention; 4) non-receipt of assigned intervention; 5) losses; 6) assessment of outcomes; 7) selective report of outcomes.

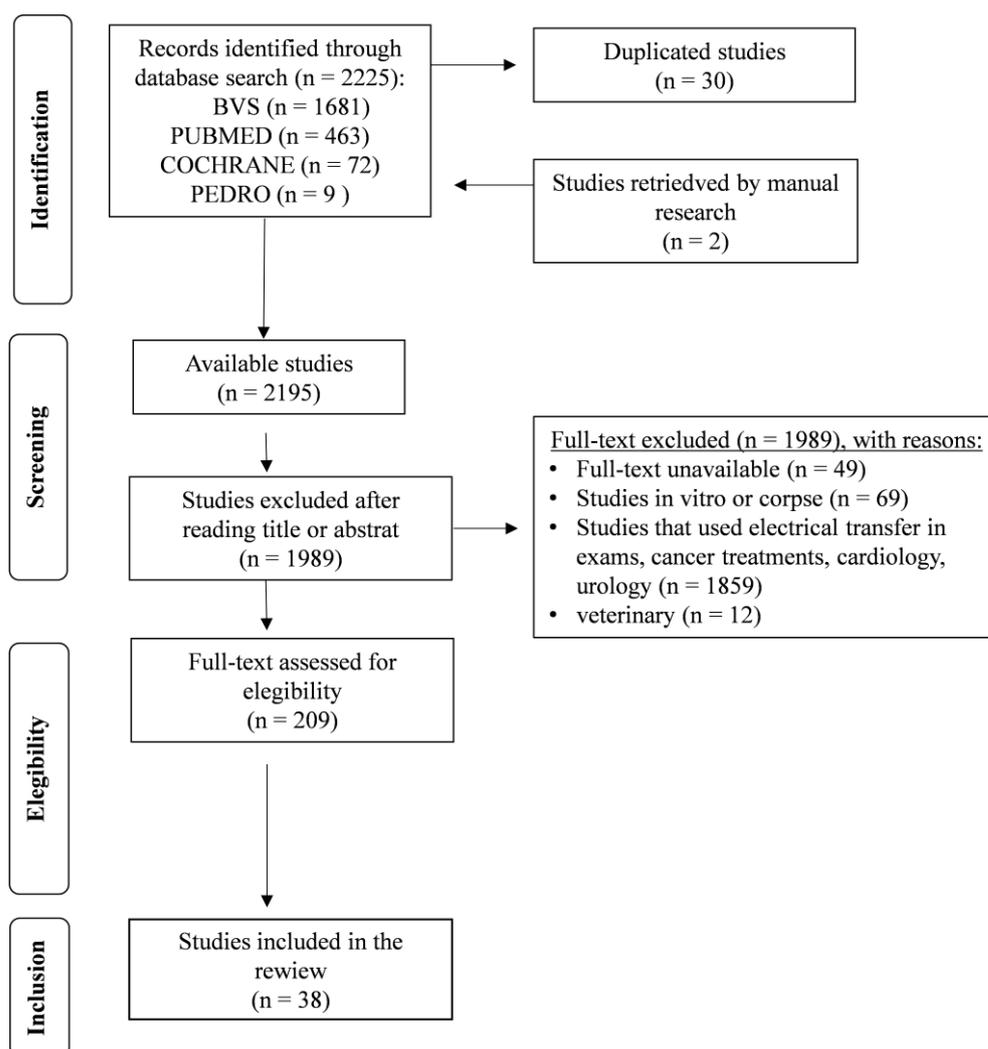


Figure 1. Flowchart of studies included in the review.

The research involved the participation of 1240 individuals (466 men and 592 women) in a total of 38 studies selected for this review. Some studies do not mention the age or gender of the participants. Of those mentioned, the average age of the participants was 51 years old, with the youngest age being 18 years old and the oldest age being 84 years old.

The sample size of the studies varied greatly, however the study by Ganzit [16] was the study with the largest number of participants (327) and the study by Oh [13] had only one participant. The other studies had an average of 34 participants per study, with 66 being the largest number and 1 being the smallest number of participants among the selected studies. In relation to sex, 13 studies carried out their research with both sexes, with a female predominance with 361 participants and 328 men. In the studies that used one of the sexes, women (275) were also predominant in relation to men (85).

Studies demonstrate that the effects of Tecartherapy were obtained in symptomatic and asymptomatic patients. **Table 2** presents the effects and protocols used to treat some osteoarticular pathologies and localized fat with tissue flaccidity. Increasing temperature to relieve pain and improve joint and/or muscle function was the most common effect among the studies. The temperature increased both on the surface and in the depth of the tissues.

Table 3 shows the effects of Tecartherapy on asymptomatic tissues. Heat increased blood flow improving flexibility and extensibility in some tissues.

Table 2. Effects of Tecartherapy on symptomatic tissues.

Study	Type Tissue	Device	Parameters	N° Sessions	Results
Ganzit <i>et al.</i> , 2015	Articulation muscle tendon	HCR 900 0.5 MHz	10 min RES ¹ 10 min CAP ² High intensity	10	Reduced pain and improved function.
Osti <i>et al.</i> , 2015	Lumbar disc herniation	Pharon® tecar 0.45 e 0.60 MHz	Not mentioned	10	Reduced pain and improved function after application and at follow-up after 8 weeks. 79% were very satisfied with the treatment.
Albornoz-Cabello <i>et al.</i> , 2017	Cellulite and fat located on lower limbs and buttocks	Xcultp 0.8 MHz	24 min CAP ² Moderate intensity	10	Reduction in the thickness of the subcutaneous tissue of the right posterior thigh and gluteal region.
Cocchetta <i>et al.</i> , 2018	quadríceps e região peripatelar	Tecar Unibell HCR 902	5 min CAP ² 10 min RES ¹ 5 min CAP ² Intensity low	6	Cret ³ was able to significantly improve strength, physical function and pain.
Cau <i>et al.</i> , 2019	Lymphedema of the lower limbs in obese people	CIM 200 0.8 - 1.0 - 1.2 MHz.	45 min CAP ² Intensity Moderate/high	24	Significant volume reductions were found in week 1 (after 6 TECAR sessions).
Diego <i>et al.</i> , 2019	Cervical muscles	Indiba	12 min CAP ² e RES ¹ simultaneous Moderate intensity	8	There was a reduction in pain with an improvement in mobility and function of the cervical spine.
Kim <i>et al.</i> , 2019	Shoulder	HIPER-500	Time not mentioned CAP ² /RES ¹ Intensity low	10	Significant improvement in pain and function when compared to the group that received only exercises and guidance.

Continued

Noites <i>et al.</i> , 2019	Abdominal fat	BTL-6000 TR-Therapy	5 min CAP ² Moderate intensity	1	There were no changes in glycerol concentrations and lipid profiles in both groups. Glycerol levels increased in both groups.
Paolucci <i>et al.</i> , 2019	Shoulder	CareTherapy V	10 CAP ² 10 RES ¹	9	There was a significant reduction in pain immediately after application and in control after 2 months.
Vale <i>et al.</i> , 2020	Abdominal fat	BTL-6000 TR-Therapy	5 min CAP ² Moderate intensity	4	There was a decrease in waist circumference, subcutaneous fat thickness and horizontal abdominal fold.
Davari <i>et al.</i> , 2020	Lateral ankle ligament	Winback 0.3 MHz	Not mentioned	12	There was no significant reduction in pain and swelling after 6 and 12 applications of Tecar.
Kim <i>et al.</i> , 2020	Gastrocnemius muscle	Winback 0.3 MHz	5 min CAP ² 15 min RES ¹ Intensity low	1	There was significant improvement in passive and active ROM ⁴ . Torque peak was lower.
Kumaran and Watson, 2020	Knee joint osteoarthritis	Indiba Activ 902 442 KHz	5 min CAP ² 10 min RES ¹ Intensity low	Not mentioned	Increased skin temperature and blood flow. Deep blood flow and volume increased.
Toader, 2020	Cervical spine	Tecar Fisiso Warm 7.0	15 min CAP ² 20 min RES ¹	10	Tecar + kinesiotherapy improved cervical mobility, paresthesia disappeared, vertigo attenuated, sensitivity in the fingers returned and there were no more reports of pain.

Continued

Tashiro <i>et al.</i> , 2020	Paravertebral muscle	Indiba® activ Pro Recovery HCR902 448 KHz	5 min CAP ² 10 min RES ¹ Moderate intensity	10	Pain improvement in the exercise groups and the exercise + Tecar group. Functional disability was significant only in the Exercise + Tecar group.
Szabo <i>et al.</i> , 2020	Anterior cruciate ligament	Tecar Globe Diacare 5000	Not mentioned	Not mentioned	Improvement in pain and increased mobility in the group that used Tecar associated with kinesiotherapy.
Yeste-Fabregat <i>et al.</i> , 2021	Medial gastrocnemius muscle	T-care Tecar 0.5 MHz	15 min CAP ² 10 min RES ¹ Moderate intensity	Not mentioned	There was a significant increase in local temperature. Tecar produced immediate hyperalgesia.
Kim <i>et al.</i> , 2021	Ischius tibialis muscle	Winback 0.3 MHz	5 min CAP ² 10 min RES ¹ Moderate intensity	1	Improvement in knee extension ROM ⁴ . Reduction of muscle tone, stiffness and elasticity of hamstring muscle tension.
Rego Maia <i>et al.</i> , 2021	Flaccidity buttocks skin	BTL-6000 TR-Therapy	Time not mentioned CAP ² High intensity	4	There was an improvement in the texture and firmness of the skin in the treated area.
Iacob <i>et al.</i> , 2021	Ischius tibialis muscle	INDIBA Active 701	15 a 30 min Not mentioned tips	Not mentioned	Pain reduction with both technologies in favor of INDIBA. Active ROM ⁴ test and muscle strength test show a small difference in favor of the INDIBA group.

Continued

Oh <i>et al.</i> , 2021	Hip joint	Winback 0.3 MHz	8 min CAP ² Moderate intensity 8 min RES ¹ Intensity low	24	Elimination of pain and improvement of joint mobility and flexibility.
Meyer <i>et al.</i> , 2022	Flaccidity and localized fat in the abdomen	Tekah 650 KHz	10 min CAP ² 10 min RES ¹ 20 min CAP/RES High intensity	10	All groups showed a reduction in perimetry. The group that used the combination of capacitive and resistive tips obtained better results.
Nakamura <i>et al.</i> , 2022	Quadriceps muscle	Indiba Active 902	10 min CAP ² 20 min RES ¹ Moderate intensity	1	Improved strength and range of motion in knee flexion.
Wachi <i>et al.</i> , 2022	Lumbar muscle and spinal erectors	Physio Radio Stim Pro CRET 500 KHz	5 min CAP ² 10 min RES ¹	1	There was a significant reduction in pain and muscle stiffness.

¹Resistive Tip, ²Capacitive Tip, ³Transfer Eletrical Capacitive and Resistive, ⁴Range of motion.

Table 3. Effects of Tecartherapy on asymptomatic tissues.

Study	Type Tissue	Device	Parameters	N° Sessions	Results
Kumaran; Watson, 2015	Healthy thigh	Indiba Active 902	Time not mentioned CAP ² /RES ¹ Intensity High/moderate/lo w	2	Tip CAP ² and RES ¹ increased the temperature immediately after application and sustained the increase after 45 min.
Kumaran <i>et al.</i> , 2017	Healthy calf muscle	Indiba Active 902 442 Khz	5 min CAP ² 10 min RES ¹ Intensity High/moderate/lo w	5	Both high and low doses of Cret ³ increase the volume of deep blood flow. Flow volume and intensity increased at the high dose. OCP does not increase volume or intensity in deep tissues.

Continued

Tashiro <i>et al.</i> , 2017	Lumbar region healthy men	Indiba VR Pro Recovery HCR 902	5 min CAP ² 10 min RES ¹ Moderate intensity	3	Total hemoglobin saturation and oxyhemoglobin were higher in the Cret ³ and hot pack groups compared to placebo. At superficial temperatures, 10 mm and 20 mm deep, the Cret ³ and hot pack group had higher temperatures compared to the placebo group.
Duñabeitia <i>et al.</i> , 2018	Healthy calf muscle	Capenergy CIM200 Tecar	10 min RES ¹ 10 min CAP ²	Not mentione d	Physiologically there were no significant changes in the Tecar group and the control group. Some biomechanical parameters related to gait improved more quickly with tecar application compared to the control group.
Kumaran e Watson, 2018	Knee healthy	Indiba Activ 902 442 KHz	5 min CAP ² 10 min RES ¹ Intensidade baixa moderada alta	4	Temperature in the immediate aftermath fluctuated little. Blood flow increased significantly at high dosage and was maintained after 20 min. At low intensity the flow increased, but not significantly.
Yokota <i>et al.</i> , 2018	Healthy quadriceps	Indiba ® activ Pro Recovery HCR902 448 KHz	5 min CAP ² 10 min RES ¹ Moderate intensity	1	Quadriceps muscle flexibility returned to baseline faster in the Cret ³ group. The change in temperature superficial foi de 5.1°C após aplicação.

Continued

Bito <i>et al.</i> , 2019	Achilles tendon	Indiba	5 min CAP ² 5 min RES ¹ 5 min RES ¹ Moderate intensity	2	Total hb ⁴ and oxy-hb ⁴ increased significantly after the CRet ³ intervention and lasted 30 minutes after the intervention; There was no significant variation in tendon stretching.
Clijisen <i>et al.</i> , 2019	Healthy forearm	T-Plus 0.5 MHz	8 min CAP ² Moderate intensity 8 min RES ¹ High intensity	3	RES ¹ mode had a significant increase in skin microcirculation perfusion. In intramuscular blood flow, RES ¹ mode had a significant increase in the proximal 1/3 of the forearm.
Bito <i>et al.</i> , 2020	Rib cage	Indiba ® activ Pro Recovery HCR902 448 KHz	5 min CAP ² 10 min RES ¹	1	Tecar significantly increased rib cage mobility. The temperature at 10 and 20 mm depth increased.
Navarro-Ledesma; Gonzalez-Muñoz, 2021	Supraspinatus tendon	Indiba	10 min CAP ² Moderate intensity 10 min RES ¹ High intensity	9	Tecar increases tendon elasticity compared to regular massage with the same electrodes.
Mohamadi <i>et al.</i> , 2021	Ischius tibialis muscle	TecaTen 448 Khz	15 min CAP ²	3	Tecar with static stretching increased hamstring flexibility when compared to static stretching.
Monaretti <i>et al.</i> , 2021	Abdomen skin	BTL-6000 TR-Therapy	10 min CAP ² High intensity	1	In histological analysis, the reticular dermis presents thicker and more organized bundles of collagen fibers, no infiltration of inflammatory cells or tissue damage was observed.

Continued

De Sousa-De Sousa <i>et al.</i> , 2022	Upper limbs	INDIBA Active 701	20 min RES ¹ Moderate intensity	1	The findings do not suggest significant improvement in the variables examined. The use of Tecartherapy in pre-competition is not recommended.
--	-------------	-------------------	---	---	---

¹Resistive Tip, ²Capacitive Tip, ³Transfer Eletrical Capacitive and Resistive, ⁴Hemoglobin.

4. DISCUSSION

This study aimed to identify the effects of Tecartherapy on different healthy or pathological osteomyoarticular tissues. In symptomatic tissues, pain relief and improvement in joint and/or muscle function were the most cited effects. In asymptomatic tissues, improvement in tissue mobility and flexibility were the most cited findings. These effects were promoted by the heat stimulated with the application of Tecartherapy.

The increase in temperature was found both at the surface and deep within the tissues. Heat stimulates circulation, promotes tissue relaxation (mainly muscle tissue), improves the drainage of edema and hematoma [3, 7, 21, 23-25]. Increased blood flow improves oxygenation, increases hemoglobin saturation, microcirculation, nutrition and removal of metabolic waste [1-3, 6, 10, 13, 15, 17]. All of these effects significantly reduce muscle and/or joint pain, improving the function of these tissues [3, 9, 13, 16, 20, 25-29]. However, the Yeste-Fabregat [30] study showed that there was hypersensitivity in trigger points immediately after the application of Tecar. When compared to other physiotherapy techniques, there was a 10% reduction in pain after 30 minutes of application. Increasing intramuscular blood flow has been shown to recover muscle after exhaustive training and improve muscle fatigue more quickly than rest and manual massage [1, 10, 19].

The use of kinesiotherapy or another technique associated with Tecartherapy optimized the results for muscle recovery, pain reduction and increased joint and/or muscle mobility [5, 13, 15, 31-36]. In the study by Yokota [1] they observed that the flexibility and relaxation of the quadriceps muscle returned to baseline more quickly in the group that used Tecartherapy compared to the control that rested after exhaustive training. In the study by Duñabeitia [37] found that biomechanical parameters (step length, step frequency, step height and step angle) improved more quickly with Tecartherapy than with passive rest after an exhaustive training session. On the other hand, in the study by De Sousa-De Sousa [38] the use of Tecartherapy before pre-competition did not result in an improvement in the athletes' performance. Suggesting that increased blood flow improves muscle recovery and not muscle performance.

In addition to muscle relaxation, the increase in temperature increased fluid reabsorption from persistent edema. In the study by Cau [39] they compared Tecartherapy with other techniques (manual drainage, pressotherapy) for the treatment of lymphedema. The result with Tecartherapy was more effective and with a smaller number of sessions. In another study, Vincent reported significant improvement in the fourth/h and seventh session with the use of Tecartherapy to treat edema after femoral fracture.

The thermal effects of Tecartherapy are promoted with moderate to high intensities. Non-thermal effects, with low intensity, are also found with the application of Tecartherapy. The use of low intensities is sufficient to accelerate and/or increase cellular metabolic activity [11, 28, 40]. The passage of electrical current flow can produce an electromagnetic interaction in tissues with little or no thermal effect. Unlike thermal effects, the non-thermal effects of radiofrequency are believed to occur predominantly at the cellular level. Allowing the treatment of diseases in the acute and subacute phases, without causing an increase in the inflammatory process that occurs due to the increase in tissue temperature [14, 41]. The study by Monaretti [12] demonstrated in the histology of human tissue treated with radiofrequency at a temperature of 40°C that the

reticular dermis appears thicker and more organized. Suggesting a remodeling of the collagen present and without inflammatory signs. In Maia's [42] study, Tecartherapy with a hyperthermic dose was used associated with manual therapy for tissue flaccidity in the gluteal region and presented satisfactory results in tissue flaccidity.

In addition to these effects, high intensity reduced the perimetry of abdominal circumference, thickness of subcutaneous fat and skin folds, noticing an improvement in the cellulite aspect of the lower limbs. Some studies associated physical activity and obtained satisfactory results [4, 43, 44].

Regarding tips, Tecartherapia uses two types of tips: capacitive and resistive. The combination of tips was the most used, as the heat is transmitted to all tissues, both superficial and deep. In the comparative study between the tips Meyer [4] concluded that the combination of capacitive and resistive tips presented better results when compared to the isolated use of each tip.

The use of Tecartherapy in clinical practice has been used for almost 20 years, but only a few recent studies have investigated its clinical effectiveness. Many of the effects require further study as well as comparison of results with other diathermy devices.

One limitation of this study is the adversity of protocols and the types of tissues used in the studies. Not allowing a consensus on which tip should be applied to a given type of tissue. It was also not possible to identify the dose that should be prescribed for each type of pathology studied.

5. CONCLUSION

Tecartherapy has shown beneficial effects on both healthy and symptomatic tissues. The increase in temperature was predominant in all tissues, with greater warming at depth than at the surface. In the treatment of symptomatic tissues, Tecartherapy showed a reduction in pain and improved function in different tissues such as muscles, tendons and joints. And in healthy tissues, increased blood flow and tissue mobility improved muscle and tendon function. In addition to these effects, cell proliferation and reduction of lipids within adipocytes have been cited in some studies. Effects that require future studies.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financed in part by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel, Brazil.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflicts of interest.

REFERENCES

1. Yokota, Y., Sonoda, T., Tashiro, Y., *et al.* (2018) Effect of Capacitive and Resistive Electric Transfer on Changes in Muscle Flexibility and Lumbopelvic Alignment after Fatiguing Exercise. *Journal of Physical Therapy Science*, **30**, 719-725. <https://doi.org/10.1589/jpts.30.719>
2. Tashiro, Y., Hasegawa, S., Yokota, Y., *et al.* (2017) Effect of Capacitive and Resistive Electric Transfer on Haemoglobin Saturation and Tissue Temperature. *International Journal of Hyperthermia*, **33**, 696-702. <https://doi.org/10.1080/02656736.2017.1289252>
3. Kim, G.W., Won, Y.H., Park, S.H., *et al.* (2019) Effects of a Newly Developed Therapeutic Deep Heating Device Using High Frequency in Patients with Shoulder Pain and Disability: A Pilot Study. *Pain Research and Management*, 2019, Article ID: 8215371. <https://doi.org/10.1155/2019/8215371>
4. Meyer, P.F., Da Silva, R.M.V., De Moraes Carreiro, E., dos Santos Borges, F., Queiroga, S. and Picariello, F. (2022) Effects of Tecar Therapy on Adipose Tissue: Clinical Trial. *Journal of Biosciences and Medicines*, 10,169-180. <https://doi.org/10.4236/jbm.2022.104015>
5. Kim, Y.J., Park, J., Kim, J., Moon, G.A. and Jeon, H. (2021) Effect of High-Frequency Diathermy on Hamstring Tightness. *Physical Therapy Korea*, 28, 65-71. <https://doi.org/10.12674/ptk.2021.28.1.65>

6. Clijsen, R., et al. (2020) Does the Application of Tecar Therapy Affect Temperature and Perfusion of Skin and Muscle Microcirculation: A Pilot Feasibility Study on Healthy Subjects. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 26, 147-153. <https://doi.org/10.1089/acm.2019.0165>
7. Kumaran, B., et al. (2015) Thermal Build-Up, Decay and Retention Responses to Local Therapeutic Application of 448 kHz Capacitive Resistive Monopolar Radiofrequency: A Prospective Randomised Crossover Study in Healthy Adults. *Journal of International Medical Research* 48, 883-895. <https://doi.org/10.3109/02656736.2015.1092172>
8. Mohamadi, P., Ghotbi, N., Bashardoust, S., Naghdi Dorbati, S. and Salehi, S. (2021) Comparison of the Effect of Tecar Therapy and Static Stretching on Hamstring Flexibility in Male Athletes. *Journal of Babol University of Medical Sciences*, 23, 53-59.
9. Wachi, M., Jiroumaru, T., Satonaka, A., Ikeya, M., Noguchi, S., Suzuki, M., Hyodo, Y., Oka, Y. and Fujikawa, T. (2022) Effects of Capacitive and Resistive Electric Transfer Therapy on Pain and Lumbar Muscle Stiffness and Activity in Patients with Chronic Low Back Pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 34, 400-403. <https://doi.org/10.1589/jpts.34.400>
10. Bito, T., et al. (2019) Acute Effects of Capacitive and Resistive Electric Transfer (CRet) on the Achilles Tendon. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 38, 48-54. <https://doi.org/10.1080/15368378.2019.1567525>
11. Vincent, R. (2020) Tecar Therapy at the Time of Evidence-Based Practice: A Scoping Review. *Kinesitherapie*, 20, 10-19.
12. Monaretti, G.L., Costa, M.C.F., Rocha, L.B., et al. (2021) Effect of Capacitive Radiofrequency on the Dermis of the Abdominal Region. *Lasers in Medical Science*, 37, 619-625. <https://doi.org/10.1007/s10103-021-03311-3>
13. Oh, D.-G., Kim, S.-K. and Yoo, K.-T. (2021) Effect of Physiotherapeutic Intervention Using TECAR Therapy on Pain Self-Awareness and Hip Joint Function in Hip Impingement Syndrome: A Case Study. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 16, 45-53. <https://doi.org/10.13066/kspm.2021.16.3.45>
14. Kumaran, B. and Watson, T. (2018) Skin Thermophysiological Effects of 448 kHz Capacitive Resistive Monopolar Radiofrequency in Healthy Adults: A Randomised Crossover Study and Comparison with Pulsed Shortwave Therapy. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 37, 1-12. <https://doi.org/10.1080/15368378.2017.1422260>
15. Kumaran, B. and Watson, T. (2019) Treatment Using 448 kHz Capacitive Resistive Monopolar Radiofrequency Improves Pain and Function in Patients with Osteoarthritis of the Knee Joint: A Randomised Controlled Trial. *Physiotherapy (United Kingdom)*, 105, 98-107. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2018.07.004>
16. Ganzit, G., Medicina, I. and Torino, S. (2015) Tecar® Therapy in the Treatment of Acute and Chronic.
17. Kosterec, M., et al. (2016) Experimental Observation of Interaction between Radiofrequency Electromagnetic Field and Blood Tissue. 2016 17th International Scientific Conference on Electric Power Engineering, Prague, 16-18 May 2016, 3-6. <https://doi.org/10.1109/EPE.2016.7521756>
18. Kwon, T.-R., Lee, S.-E., Kim, J.H., Jeon, Y.J., Jang, Y.N., Yoo, K.H., et al. (2019) The Effectiveness of 448-kHz Capacitive Resistive Monopolar Radiofrequency for Subcutaneous Fat Reduction in a Porcine Model. *Medical Lasers*, 8, 64-73. <https://doi.org/10.25289/ML.2019.8.2.64>
19. Tashiro, Y., et al. (2020) The Effect of Capacitive and Resistive Electric Transfer on Non-Specific Chronic Low Back Pain. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 39, 437-444.
20. Coccetta, C.A., Sale, P., Ferrara, P.E., et al. (2018) Effects of Capacitive and Resistive Electric Transfer Therapy in Patients with Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Rehabilitation Research*, 42, 106-111.
21. Kumaran, B. and Watson, T. (2020) Thermophysiological Responses to Capacitive Resistive Monopolar Radiofrequency Electromagnetic Radiation in Patients with Osteoarthritis of the Knee Joint: A Randomised Controlled Experimental Study. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 40, 210-221. <https://doi.org/10.1080/15368378.2020.1846556>
22. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. and Altman, D. (2015) Principais Itens Para Relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 24, 335-342. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742015000200017>
23. Sterne, J.A., Hernán, M.A., Reeves, B.C., Savović, J., Berkman, N.D. and Higgins, J.P. (2016) ROBINS-I: A

- Tool for Assessing Risk of Bias in Non-Randomised Studies of Interventions. *BMJ (Online)*, 355, 4-10. <https://doi.org/10.1136/bmj.i4919>
24. Albornoz-Cabello, M., Ibáñez-Vera, A.J. and De la Cruz-Torres, B. (2017) Efficacy of Monopolar Dielectric Transmission Radio Frequency in Panniculus Adiposus and Cellulite Reduction. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, 19, 422-426. <https://doi.org/10.1080/14764172.2017.1342041>
 25. Kumaran, B., Herbland, A. and Watson, T. (2017) Continuous-Mode 448 kHz Capacitive Resistive Monopolar Radiofrequency Induces Greater Deep Blood Flow Changes Compared to Pulsed Mode Shortwave: A Crossover Study in Healthy Adults. *European Journal of Physiotherapy*, 19, 137-146. <https://doi.org/10.1080/21679169.2017.1316310>
 26. Bito, T., et al. (2020) Effects of Deep Thermootherapy on Chest Wall Mobility of Healthy Elderly Women. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 39, 123-128. <https://doi.org/10.1080/15368378.2020.1737803>
 27. Diego, I.M.A., et al. (2019) Analgesic Effects of a Capacitive-Resistive Monopolar Radiofrequency in Patients with Myofascial Chronic Neck Pain: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Revista da Associacao Medica Brasileira*, 65, 156-164. <https://doi.org/10.1590/1806-9282.65.2.156>
 28. Paolucci, T., et al. (2019) Effects of Capacitive and Resistive Electric Transfer Therapy in Patients with Painful Shoulder Impingement Syndrome: A Comparative Study. *Journal of International Medical Research*, 48, 1-11. <https://doi.org/10.1177/0300060519883090>
 29. Kim, J., Park, J., Yoon, H., Lee, J. and Jeon, H. (2020) Immediate Effects of High-Frequency Diathermy on Muscle Architecture and Flexibility in Subjects with Gastrocnemius Tightness. *Physical Therapy Korea*, 27, 133-139. <https://doi.org/10.12674/ptk.2020.27.2.133>
 30. Yeste-Fabregat, M., Baraja-Vegas, L., Vicente-Mampel, J., et al. (2021) Acute Effects of Tecar Therapy on Skin Temperature, Ankle Mobility and Hyperalgesia in Myofascial Pain Syndrome in Professional Basketball Players: A Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, Article No. 8756. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168756>
 31. Iacob, G.S., Vrabie, D. and Stegariu, V.I. (2021) The Effects of Modern Radiofrequency Therapies in the Acute Rehabilitation of Hamstring Strains. *Series IX: Sciences of Human Kinetics*, 14, 209-216. <https://doi.org/10.31926/but.shk.2021.14.63.1.27>
 32. Masiero, S., Pignataro, A., Piran, G., Duso, M., Mimche, P., Ermani, M. and Del Felice, A. (2020) Short-Wave Diathermy in the Clinical Management of Musculoskeletal Disorders: A Pilot Observational Study. *International Journal of Biometeorology*, 64, 981-988. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01806-x>
 33. Szabo, D.A., Neagu, N., Popoviciu, H.V., et al. (2020) The Benefits of the TECAR Therapy in Flexion Recovery after Revision of the Anterior Cruciate Ligament (ACL). *Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal*, 13, 27-35. <https://doi.org/10.2478/tperj-2020-0013>
 34. Toader, N.C. (2020) The Use of Modern Technologies in the Posttraumatic Recovery of Patients. *Series IX Sciences of Human Kinetics*, 13, 257-264. <https://doi.org/10.31926/but.shk.2020.13.62.1.34>
 35. Nakamura, M., Sato, S., Kiyono, R., Yahata, K., Yoshida, R., Kasahara, K., et al. (2022) The Effect of Capacitive and Resistive Electric Transfer Intervention on Delayed-Onset Muscle Soreness Induced by Eccentric Exercise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, Article No. 5723. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095723>
 36. Davari, A., Mansour Sohani, S., Sarrafzadeh, J. and Nikjoui, A. (2021) Evaluation of the Effects of Tecar Therapy on Acute Symptoms of Athletes Following Lateral Ankle Ligament Sprain. *Function and Disability Journal*, 4, 31. <https://doi.org/10.32598/fdj.4.3.1>
 37. Dunabeitia, I., et al. (2018) Effects of a Capacitive-Resistive Electric Transfer Therapy on Physiological and Biomechanical Parameters in Recreational Runners: A Randomized Controlled Crossover Trial. *Physical Therapy in Sport*, 32, 227-234. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.05.020>
 38. De Sousa-De Sousa, L., Espinosa, H.G., Maté-Munoz, J.L., Lozano-Estevan, M. del C., Cerrolaza-Tudanca, S., Rozalén-Bustín, M., et al. (2022) Effects of Capacitive-Resistive Electric Transfer on Sports Performance in Paralympic Swimmers: A Stopped Randomized Clinical Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, Article No. 14620. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114620>

39. Cau, N., et al. (2019) Preliminary Evidence of Effectiveness of TECAR in Lymphedema. *Lymphology*, 52, 35-43. <https://doi.org/10.2458/lymph.4623>
40. Navarro-Ledesma, S. and Gonzalez-Muñoz, A. (2021) Short-Term Effects of 448 Kilohertz Radiofrequency Stimulation on Supraspinatus Tendon Elasticity Measured by Quantitative Ultrasound Elastography in Professional Badminton Players: A Double-Blinded Randomized Clinical Trial. *International Journal of Hyperthermia*, 38, 421-427. <https://doi.org/10.1080/02656736.2021.1896790>
41. Kumaran, B., Watson, T., Ribeiro, S., Henriques, B. and Cardoso, R. (2018) The Effectiveness of Tecar Therapy in Musculoskeletal Disorders. *Open Science Online*, 37, 1-12.
42. Rego Maia, R., Froes Meyer, P., Marcel Valentim Da Silva, R., et al. (2021) Effects of Tecar Therapy Associated with Manual Therapy on Gluteal Skin Flaccidity. *International Journal of Advanced Research*, 9, 902-910. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/12533>
43. Noites, A., Vale, A.L., Pereira, A.S., et al. (2019) Effect of an Aerobic Exercise Session Combined with Abdominal Radiofrequency on Lipolytic Activity in Women: Randomized Control Trial. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 19, 638-645.
44. Vale, A.L., Pereira, A.S., Morais, A., de Carvalho, P., Vilarinho, R., Mendonça, A., et al. (2020) Effect of Four Sessions of Aerobic Exercise with Abdominal Radiofrequency in Adipose Tissue in Healthy Women: Randomized Control Trial. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 19, 359-367. <https://doi.org/10.1111/jocd.13036>

**ANEXO A - Questionário Nutricional – Questionário De Frequência De
Consumo Alimentar (QFA) (RIBEIRO et al., 2006)**

PRODUTOS DIET E LIGHT

Adoçante								
Margarina								
Requeijão/iogurte								
Refrigerante								

ANEXO B - Questionário de atividade física

Questionário Internacional De Atividade Física (FONSECA, 2012)



Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade: Sexo: F () M ()

Você trabalha de forma remunerada: () Sim () Não

Quantas horas você trabalha por dia: _____

Quantos anos completos você estudou: _____

Forma geral sua saúde está:

() Excelente () Muito boa () Boa () regular () ruim

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação a pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física em uma semana NORMAL, USUAL ou HABITUAL. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre-se que:

- atividades físicas VIGOROSAS são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
- atividades físicas MODERADAS são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez:

1ª. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades VIGOROSAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginastica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que faça você suar BASTANTE ou aumentem MUITO sua respiração ou batimentos do coração.

Dias ____ por SEMANA () nenhum

1b. Nos dias em que você faz essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanta tempo no total você gasta fazendo essas atividades por dia?

Horas _____ minutos _____

2ª. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades MODERADAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginastica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no

quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que faça você suar leve ou aumentem moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA).

Dias _____ por SEMANA () nenhum

2b. Nos dias em que você faz essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos quanta tempo no total você gasta fazendo essas atividades por dia?

Horas _____ Minutos _____

3ª. Em quantos dias de uma semana normal você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

Dias _____ por SEMANA () Nenhum

3b. Nos dias em que você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos quanta tempo no total você gasta caminhando par dia?

Horas _____ Minutos _____

4ª. Estas últimas perguntas são em relação ao tempo que você gasta sentado ao todo no trabalho, em casa, na escola ou faculdade e durante o tempo livre. Isto inclui o tempo que você gasta sentado no escritório ou estudando, visitando amigos, lendo e sentado ou deitado assistindo televisão. Quanto tempo por dia você fica sentada em um dia de semana?

Horas _____ Minutos _____

4b. Quanto tempo por dia você fica sentado no final de semana?

Horas _____ Minutos _____

ANEXO C – Escala de Schliephake

Escala de Schliephake

Nível I - Sem percepção de calor – intensidade muito baixa

Nível II - Percepção de calor moderado - intensidade baixa

Nível III - Percepção de calor evidente, intensidade moderada

Nível IV - Forte, mas não desagradável, percepção de intensidade forte