

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ESTELA CARRARO

ANÁLISE COMPARATIVA POR IMAGEM INFRAVERMELHA DE TÉCNICAS  
COMPRESSIVAS NO REPARO CICATRICIAL EM CIRURGIAS PLÁSTICAS DE  
ABDÔMEN.

CURITIBA

2024

ESTELA CARRARO

ANÁLISE COMPARATIVA POR IMAGEM INFRAVERMELHA DE TÉCNICAS  
COMPRESSIVAS NO REPARO CICATRICAL EM CIRURGIAS PLÁSTICAS DE  
ABDÔMEN.

Projeto de Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. José Viriato Coelho Vargas  
Coorientador: Prof. Dr. Wellington Balmant  
Coorientador: Dr. Lauber de Souza Martins

CURITIBA

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Carraro, Estela

Análise comparativa por imagem infravermelha de técnicas compressivas no reparo cicatricial em cirurgias plásticas de abdômen / Estela Carraro. – Curitiba, 2024.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: José Viriato Coelho Vargas

Coorientador: Wellington Balmant

1. Termografia. 2. Cirurgia Plástica. 3. Cicatrização. I. Universidade Federal do Paraná. II. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. III. Vargas, José Viriato Coelho. IV. Balmant, Wellington. V. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA  
MECÂNICA - 40001016040P5

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ENGENHARIA MECÂNICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **ESTELA CARRARO**

intitulada: **ANÁLISE COMPARATIVA POR IMAGEM INFRAVERMELHA DE TÉCNICAS COMPRESSIVAS NO REPARO CICATRICIAL EM CIRURGIAS PLÁSTICAS DE ABDÔMEN**, sob orientação do Prof. Dr. JOSE VIRIATO COELHO VARGAS, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa. A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 03 de Outubro de 2024.

Assinatura Eletrônica

04/10/2024 13:37:33.0

JOSE VIRIATO COELHO VARGAS

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

04/10/2024 14:06:31.0

LUCIANO KIYOSHI ARAKI

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

04/10/2024 11:55:32.0

LUIZ ALBERTO OLIVEIRA ROCHA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL)

A Deus, minha eterna gratidão por me conceder a força, a sabedoria e a direção que me permitiram trilhar este caminho. Sua presença foi constante, guiando-me e colocando em minha vida as pessoas certas, que foram fundamentais para o meu crescimento e superação.

Dedico este trabalho à minha família, que é a base de tudo que sou. Ao meu filho, Leonardo Henrique Carraro, cuja existência me dá forças todos os dias e me inspira a ser uma mulher forte, para que ele cresça e se torne um homem ainda maior. Ao meu marido Elias Machado, por sua paciência e apoio incondicional, por entender minhas ausências e estar ao meu lado em cada etapa do meu crescimento. À minha irmã Alessandra Carraro, que me ofereceu tanto suporte emocional, e aos meus pais, que, mesmo vindos de uma família humilde e sem estudos, me ensinaram o valor das conquistas, a importância da fé e a resiliência como virtude fundamental. A minha mãe Leonete Maria Orso, que sempre acreditou em mim, e ao meu pai Antônio Carlos Carraro, que partiu antes de ver esta conquista, mas cujo amor e ensinamentos estão presentes em cada vitória minha. Sinto profundamente sua falta, e sei que, onde quer que ele esteja, está orgulhoso da mulher forte e determinada que ele ajudou a formar.

Às minhas amigas fisioterapeutas e colegas de trabalho, que contribuíram imensamente no auxílio a coletas de dados para este estudo. Aos meus amigos e familiares, que entenderam minhas ausências e me apoiaram ao longo desta jornada, meu sincero agradecimento. Sem vocês, este momento não teria o mesmo valor, e por isso sou profundamente grata.

## AGRADECIMENTOS

É com imensa gratidão e profunda honra que expresso meus agradecimentos a todos aqueles que tornaram esta dissertação possível.

Em primeiro lugar, quero agradecer ao Professor Dr. José Viriato Coelho Vargas, uma referência internacional e líder em pesquisa em energias sustentáveis, ciências energéticas e térmicas, por ter me dado a oportunidade de ser sua orientanda. Não há palavras suficientes para expressar o orgulho que sinto por ser orientada por um dos mais renomados pesquisadores do país. Sua sabedoria, seu compromisso com o avanço científico e sua capacidade de inspirar são inestimáveis. O privilégio de aprender sob sua orientação transformou não apenas este trabalho, mas toda a minha visão acadêmica e profissional.

Também agradeço ao meu coorientador, Dr. Lauber de Souza Martins, por sua inteligência brilhante, generosidade e apoio incondicional. Seu papel foi fundamental no meu desenvolvimento como pesquisadora, e sou extremamente grata pelo conhecimento e motivação que recebi de você.

Gostaria, ainda, de prestar uma homenagem especial ao Dr. Wellington Balmant, que infelizmente nos deixou precocemente durante o decorrer deste trabalho. Seu legado acadêmico e pessoal será sempre lembrado, e suas contribuições, tanto ao projeto quanto à ciência, permanecerão registradas na história. Sua dedicação à pesquisa e ao auxílio ao próximo nos serve de exemplo.

Agradeço a todos os membros do Departamento de pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná, que me deram a oportunidade de fazer parte desse grupo. Cada um de vocês contribuiu para o meu crescimento e me proporcionou uma valiosa experiência de aprendizado.

Finalmente, expresso minha gratidão a todos que, de alguma forma, me apoiaram durante esta jornada. Este trabalho reflete o esforço coletivo de muitos que acreditaram em mim e me ofereceram suporte nos momentos mais desafiadores.

**"A ciência não é senão um refinamento do pensamento cotidiano." – Albert Einstein**

## RESUMO

O aumento na busca pela beleza e perfeição traz consigo um aumento no número de cirurgias plásticas e, conseqüentemente, abre espaço para oportunidades de negócios lucrativos associados a elas. A necessidade de uma abordagem mais assertiva no pós-operatório se faz presente dada a competitividade da área e a crescente demanda por resultados melhores em um tempo de recuperação cada vez menor. Entre os diversos tipos de cirurgias plásticas, destacam-se as cirurgias de abdômen, conhecidas como abdominoplastias, lipoabdominoplastia, e lipos com suas derivações e combinações, as quais ocasionam grande deslocamento de pele, com ou sem retirada de gordura, condição essa que desencadeia um processo de reparo tecidual com alteração da temperatura superficial da pele. Para minimizar os desconfortos ocasionados após o trauma cirúrgico este projeto propôs o uso de uma técnica de compressão e contenção, com o intuito de evitar o cisalhamento tecidual e auxiliar sua regeneração, a partir da aproximação da pele desalocada, respeitando o contorno corporal e assim, evitando edemas, proporcionar melhor resultado estético em menor tempo. Diante do exposto, buscou-se nesse trabalho, através do uso da imagem infravermelha avaliar a resposta térmica transiente da superfície da pele afetada pelo trauma cirúrgico de abdominoplastia durante o tempo proposto de 30 dias, comprovando a eficiência do método compressivo como abordagem pós-operatória eficiente para o aceleração cicatricial das cirurgias plásticas destacadas acima. Foram estabelecidos dois grupos de análise: i) controle, com uso de técnicas de tratamento com placas tradicionais (TCT), e ii) tratamento de compressão e contenção personalizado (TCP) para o contorno corporal. Uma análise comparativa permitiu identificar diferenças significativas no comportamento térmico dos grupos, bem como avaliar o tempo de recuperação dos tecidos afetados. Os resultados evidenciaram que o grupo TCP foi mais eficaz na estabilização térmica e na promoção de uma recuperação tecidual mais uniforme ao longo das quatro semanas de acompanhamento, em comparação ao grupo TCT. O grupo TCP apresentou quedas acentuadas de temperatura, enquanto o grupo controle mostrou elevações em algumas regiões, inclusive ao final do estudo, na quarta semana, sugerindo uma recuperação incompleta e indicando a necessidade de um período de análise mais longo para a completa normalização térmica. A análise térmica mostrou-se uma metodologia valiosa para o diagnóstico da evolução da cicatrização em procedimentos de abdominoplastia.

Palavras-chave: imagem infravermelha; termografia; compressão; cirurgia plástica; cicatrização.

## ABSTRACT

The increased search for beauty and perfection brings with it an increase in the number of plastic surgeries and, consequently, opens space for lucrative business opportunities associated with them. The need for a more assertive approach in the postoperative period is present given the competitiveness of the area and the growing demand for better results in an increasingly shorter recovery time. Among the various types of plastic surgeries, the most notable are abdominal surgeries, known as abdominoplasties, lipoabdominoplasties, and liposuctions with their derivations and combinations, which cause significant skin displacement, with or without fat removal, a condition that triggers a tissue repair process with changes in the surface temperature of the skin. To minimize the discomfort caused after surgical trauma, this project proposed the use of a compression and containment technique, with the aim of avoiding tissue shearing and aiding its regeneration, by approximating the dislocated skin, respecting the body contour and thus avoiding edema, providing better aesthetic results in less time. In view of the above, this study sought to evaluate the transient thermal response of the skin surface affected by abdominoplasty surgical trauma during the proposed 30-day period using infrared imaging, demonstrating the effectiveness of the compression method as an efficient postoperative approach for accelerating healing in the plastic surgeries highlighted above. Two analysis groups were established: i) control, using traditional plate treatment techniques (TCT), and ii) personalized compression and containment treatment (TCP) for body contouring. A comparative analysis allowed us to identify significant differences in the thermal behavior of the groups, as well as to evaluate the recovery time of the affected tissues. The results showed that the TCP group was more effective in thermal stabilization and in promoting more uniform tissue recovery over the four weeks of follow-up, compared to the TCT group. The TCP group showed marked temperature drops, while the control group showed elevations in some regions, including at the end of the study, in the fourth week, suggesting incomplete recovery and indicating the need for a longer analysis period for complete thermal normalization. Thermal analysis proved to be a valuable methodology for diagnosing the evolution of healing in abdominoplasty procedures.

Keywords: infrared Imaging; Thermography; compression; plastic surgery; healing.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA ADAPTADA DAS ZONAS DESCRITAS POR HUGER E A VASCULARIZAÇÃO ARTERIAL. A: ARTÉRIA TORÁCICA INTERNA; B: ARTÉRIA MUSCULOFRÊNICA; C: ARTÉRIA EPIGÁSTRICA SUPERIOR; D: ANASTOMOSE ENTRE ARTÉRIA EPIGÁSTRICA SUPERIOR E INFERIOR; E: ARTÉRIA EPIGÁSTRICA SUPERFICIAL; F: REGIÃO DE ANASTOMOSE ENTRE ARTÉRIAS SUBCOSTAL, LOMBARES, CIRCUNFLEXA ILÍACA PROFUNDA; G: ARTÉRIA CIRCUNFLEXA ILÍACA PROFUNDA; H: ARTÉRIA EPIGÁSTRICA INFERIOR; I: ARTÉRIA CIRCUNFLEXA ILÍACA SUPERFICIAL. ....	24
FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA ADAPTADA DE CORTE TRANSVERSAL DA PAREDE ABDOMINAL ANTERIOR EM NÍVEL INFRAUMBILICAL. A: PELE; B: TELA SUBCUTÂNEA (CAMADA AREOLAR OU CAMADA ADIPOSITA SUPERFICIAL OU FÁSCIA DE CAMPER); C: FÁSCIA SUPERFICIAL (CAMADA MEMBRANÁCEA OU FÁSCIA DE SCARPA); D: TELA SUBCUTÂNEA (CAMADA ADIPOSITA PROFUNDA OU CAMADA SUBSCARPAL OU CAMADA LAMELAR); E MUSCULO RETO ABDOMINAL. ....	25
FIGURA 3 - EVOLUÇÃO TEMPORAL DAS DIFERENTES CÉLULAS QUE APARECEM NA FERIDA DURANTE O PROCESSO DE CICATRIZAÇÃO. ....	26
FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO ADAPTADA DO EQUILÍBRIO DAS PRESSÕES SEGUNDO KUHNKE, 1971. ....	27
FIGURA 5 - ILUSTRAÇÃO DE HEMIFACE COM A REDE HEMOSTÁTICA CONFECCIONADA. ....	32
FIGURA 6 - ASPECTO TRANSOPERATÓRIO ESQUEMÁTICO APROXIMADO DA SUTURA QUILTING. ....	33
FIGURA 7 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE UM HUMANO OU ANIMAL DIVIDIDO EM TRÊS VOLUMES DE CONTROLE. ....	38
FIGURA 8 - DISCRETIZAÇÃO DA ÁREA ABDOMINAL EM 9 VOLUMES DE CONTROLE PARA CONDIÇÕES (A) FLUXO SANGUÍNEO NORMAL (SEM OBSTRUÇÃO) E (B) OBSTRUÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO	

NO VOLUME CONTROLE 5 CAUSANDO AUMENTO DO FLUXO SANGUÍNEO NOS VOLUMES CONTROLE 1 E 7. ....	39
FIGURA 9 – TERMÔMETRO DIGITAL INDICANDO A TEMPERATURA DA SALA NO MOMENTO DAS COLETAS DE IMAGENS TERMOGRÁFICAS.	43
FIGURA 10 – REPRESENTAÇÃO DA COLETA DE IMAGENS FOTOGRÁFICAS E EXEMPLO DE IMAGEM FOTOGRÁFICA COLETADA .....	44
FIGURA 11 – REGIÕES DE MEDIÇÃO DA CIRTOMETRIA .....	45
FIGURA 12– REPRESENTAÇÃO DA COLETA DE IMAGENS TÉRMICAS E EXEMPLO DE IMAGEM TÉRMICA COLETADA .....	46
FIGURA 13 – DEMARCAÇÃO DAS ÁREAS DE INTERESSE.....	47
FIGURA 14 – IMAGENS SEM PALETA TÉRMICA, COM PALETA TÉRMICA EM 2D E COM PALETA TÉRMICA EM 3D.....	48
FIGURA 15 – IMAGENS DEMONSTRATIVAS DOS PONTOS MAIS HIPER E HIPO RADIANTES, POR ÁREA DE INTERESSE.....	49
FIGURA 16 - PLACAS DE COMPRESSÃO TRADICIONAL (TCT).....	50
FIGURA 17 - DEMONSTRAÇÕES DO PRIMEIRO POSICIONAMENTO DA PEÇA DE COMPRESSÃO PERSONALIZADA .....	51
FIGURA 18 - DEMONSTRAÇÃO DO SEGUNDO POSICIONAMENTO DAS PEÇAS DE COMPRESSÃO PERSONALIZADAS. ....	52
FIGURA 19 - DEMONSTRAÇÃO DO TERCEIRO POSICIONAMENTO DA COMPRESSÃO PERSONALIZADAS. ....	52
FIGURA 20 - IMAGENS FOTOGRÁFICAS DE 3 PARTICIPANTES DO GRUPO TCP ANTES DO PROCEDIMENTO CIRÚRGICO. ....	55
FIGURA 21 - IMAGENS FOTOGRÁFICAS DE 3 PARTICIPANTES DO GRUPO TCP APÓS 4 SEMANA DE PROCEDIMENTO CIRÚRGICO .....	55
FIGURA 22 - IMAGENS FOTOGRÁFICAS DE 3 PARTICIPANTES DO GRUPO TCT ANTES DO PROCEDIMENTO CIRÚRGICO. ....	56
FIGURA 23 - IMAGENS FOTOGRÁFICAS DE 3 PARTICIPANTES DO GRUPO TCT ANTES DO PROCEDIMENTO CIRÚRGICO. ....	56
FIGURA 24 - IMAGENS FOTOGRÁFICAS DE 3 PARTICIPANTES DO GRUPO TCT (A) APÓS 4 SEMANAS DE CIRURGIA E IMAGENS FOTOGRÁFICAS DE 3 PARTICIPANTES DO GRUPO TCP (B) APÓS 4 SEMANAS DE CIRURGIA.....	57

FIGURA 25 - IMAGEM TÉRMICA DO ABDÔMEN DE PARTICIPANTE DO GRUPO TCP PRÉ CIRURGIA (A) E APÓS 4 SEMANAS (B) .....	58
FIGURA 26 - IMAGEM TÉRMICA DO ABDÔMEN DE PARTICIPANTE DO GRUPO TCT PRÉ CIRURGIA (A) E APÓS 4 SEMANAS (B) .....	58
FIGURA 27 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO ABDÔMEN COM MARCAÇÕES DE ÁREAS DE INTERESSE.....	63

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – VARIAÇÃO DA CIRTOMETRIA EM RELAÇÃO A MEDIDA PRÉ-OPERATÓRIA DA REGIÃO SUPRA UMBILICAL.....	60
GRÁFICO 2 - VARIAÇÃO DA CIRTOMETRIA EM RELAÇÃO A MEDIDA PRÉ-OPERATÓRIA DA REGIÃO UMBILICAL .....	61
GRÁFICO 3 - VARIAÇÃO DA CIRTOMETRIA EM RELAÇÃO A MEDIDA PRÉ-OPERATÓRIA DA REGIÃO INFRA UMBILICAL .....	62
GRÁFICO 4 – VARIAÇÃO TEMPORAL DA TEMPERATURA ADIMENSIONAL PARA ÁREA DE INTERESSE R1.....	64
GRÁFICO 5 - VARIAÇÃO TEMPORAL DA TEMPERATURA ADIMENSIONAL PARA ÁREA DE INTERESSE R2.....	66
GRÁFICO 6 - VARIAÇÃO TEMPORAL DA TEMPERATURA ADIMENSIONAL PARA ÁREA DE INTERESSE R3.....	67
GRÁFICO 7 - VARIAÇÃO TEMPORAL DA TEMPERATURA ADIMENSIONAL PARA ÁREA DE INTERESSE R4.....	68
GRÁFICO 8 - VARIAÇÃO TEMPORAL DA TEMPERATURA ADIMENSIONAL PARA ÁREA DE INTERESSE R5.....	69
GRÁFICO 9 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA ADMENSIONAL EM RELAÇÃO À AVALIAÇÃO ANTERIOR PARA A ÁREA DE INTERESSE R1.....	71
GRÁFICO 10 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA ADMENSIONAL EM RELAÇÃO À AVALIAÇÃO ANTERIOR PARA A ÁREA DE INTERESSE R2.....	73
GRÁFICO 11 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA ADMENSIONAL EM RELAÇÃO À AVALIAÇÃO ANTERIOR PARA A ÁREA DE INTERESSE R3.....	74
GRÁFICO 12 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA ADMENSIONAL EM RELAÇÃO À AVALIAÇÃO ANTERIOR PARA A ÁREA DE INTERESSE R4.....	75
GRÁFICO 13 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA ADMENSIONAL EM RELAÇÃO À AVALIAÇÃO ANTERIOR PARA A ÁREA DE INTERESSE R5.....	77
GRÁFICO 14 – DERIVADA DE $\theta$ EM RELAÇÃO AO TEMPO PARA R1 .....	79
GRÁFICO 15 - DERIVADA DE $\theta$ EM RELAÇÃO AO TEMPO PARA R2 .....	80
GRÁFICO 16 - DERIVADA DE $\theta$ EM RELAÇÃO AO TEMPO PARA R3.....	80
GRÁFICO 17 - DERIVADA DE $\theta$ EM RELAÇÃO AO TEMPO PARA R4 .....	81
GRÁFICO 18 - DERIVADA DE $\theta$ EM RELAÇÃO AO TEMPO PARA R4 .....	81

GRÁFICO 19 – DIFERENÇA ENTRE A TEMPERATURA ADMENSIONAL MÉDIA DAS ÁREAS DE INTERESSE R1 E R3.....	83
GRÁFICO 20 - DIFERENÇA ENTRE A TEMPERATURA ADMENSIONAL MÉDIA DAS ÁREAS DE INTERESSE R2 E R4.....	84

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - NÚMERO DE CIRURGIAS PLÁSTICAS NO MUNDO .....	19
TABELA 2 – VARIAÇÃO DAS MEDIDAS DE CIRTOMETRIA EM RELAÇÃO A MEDIDA PRÉ OPERATÓRIA .....	59

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

CTA	- Angiotomografia Computadorizada
CV1	- Volume de Controle 1
CV2	- Volume de Controle 2
CV3	- Volume de Controle 3
DIRT	- Termografia Infravermelha Dinâmica
EVA	- Espuma Vinílica Acetinada
IACT	- <i>International Academy of Clinical Thermology</i>
ISAP	- Sociedade Internacional de Cirurgia Plástica
MRI	- Ressonância Magnética
MSX	- Multi-spectral Dynamic Imaging
OMS	- Organização Mundial da Saúde
R1	- Área de interesse supra umbilical
R2	- Área de interesse infra umbilical direita
R3	- Área de interesse infra umbilical central
R4	- Área de interesse infra umbilical esquerda
R5	- Área de interesse umbilical
TCP	- Técnica de compressão personalizada
TCT	- Técnica de Compressão Tradicional
TRI	- Termografia Infravermelha
VC5	- Volume de controle 5

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\varepsilon$  - emissividade

$W$  - taxa de emissão de energia radiante ( $W/m^2$ )

$\sigma$  - constante de Stephen-Boltzmann ( $5,7 \times 10^{-8} Wm^{-2}K^{-4}$ ) e desvio padrão

$T$  - temperatura do corpo (K), temperatura da área de interesse ( $^{\circ}C$ )

$\Sigma$  - somatório de números

$z$  - estatística de distribuição normal padrão

$e$  - representação do erro

$N$  - tamanho da amostra

$\theta$  - temperatura adimensional

$T_0$  - temperatura ambiente ( $^{\circ}C$ )

$T_c$  - temperatura corporal ( $^{\circ}C$ )

$t$  - estatística de teste de distribuição de Student

$v$  - grau de liberdade

$i$  - indicação de grupo de pesquisa TCP ou TCT

$C_i$  - proporção entre as medidas cirtométricas das semana zero e semana  $i$

$M_i$  - valor da medida cirtométrica da área na semana  $i$  (cm)

$M_0$  - valor da medida cirtométrica da área pré operatória (cm)

$\bar{C}$  - média da proporção  $C_i$

$\Delta$  - variação do valor adimensional

$\varphi$  - diferença de temperatura adimensional entre as áreas de interesse

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>19</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E MOTIVAÇÃO .....	19
1.2	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO .....	21
<b>2</b>	<b>REVISÃO LITERATURA</b> .....	<b>22</b>
2.1	ABDÔMEM E CIRURGIAS PLÁSTICAS .....	22
2.2	CICATRIZAÇÃO .....	25
2.3	EDEMA .....	27
2.4	COMPLICAÇÕES .....	29
2.5	TÉCNICAS COMPRESSIVAS.....	31
2.5.1	Compressões em reparos teciduais.....	32
2.5.2	Modelo matemático de vestuário .....	33
2.6	TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA.....	34
2.6.1	Modelos matemáticos de respostas térmica em seres vivos .....	37
2.7	OBJETIVOS .....	40
2.7.1	Objetivo geral .....	40
2.7.2	Objetivos específicos .....	40
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>41</b>
3.1	MODELO EXPERIMENTAL .....	41
3.2	AMOSTRA DO ESTUDO .....	42
3.3	PROCEDIMENTOS AVALIATIVOS .....	43
3.3.1	Registro fotográfico .....	44
3.3.2	Cirtometria.....	45
3.3.3	Imagens térmicas .....	46
3.4	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL GRUPO TRADICIONAL (TCT).....	50
3.5	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL GRUPO PERSONALIZADO (TCP) ...	51
3.6	Análise de erros.....	53
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSÃO</b> .....	<b>54</b>
4.1	ANÁLISES QUALITATIVAS .....	54
4.1.1	Imagens fotográficas .....	54
4.1.2	Imagens térmicas .....	57
4.2	ANÁLISES QUANTITATIVAS .....	58
4.2.1	Cirtometria.....	59
4.2.2	Imagens térmicas .....	63
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES</b> .....	<b>85</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>87</b>
	<b>ANEXO 1 – DADOS CIRTOMETRIA</b> .....	<b>94</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Capítulo 1 apresenta a introdução para o desenvolvimento desta dissertação, que compreende tanto a (i) contextualização e motivação quanto (ii) a organização da dissertação.

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E MOTIVAÇÃO

Em 1947 a Organização Mundial da Saúde (OMS) definiu o termo “saúde” como um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doença. Logo, se uma pessoa está descontente com sua aparência, podemos considerar que ela esteja com um problema de saúde (BORGES, 2010). Neste sentido a busca pelo belo não se torna só uma questão estética, mas também de saúde social, na qual há uma crescente cobrança, seja a partir das redes sociais ou pelo convívio pessoal, profissional e amoroso. Dados da Sociedade Internacional de Cirurgia Plástica (ISASP, 2021), TABELA 1, mostram a participação significativa do Brasil em número total de cirurgias plásticas e reforça a importância desses procedimentos para a população brasileira. Em 2021 segundo pesquisas realizadas por essa mesma sociedade, foram realizadas aproximadamente 1.5 milhão de cirurgias plásticas no Brasil, o que torna o país número um no mundo, ultrapassando os Estados Unidos e o México, que figuram em segunda e terceira posição, respectivamente.

TABELA 1 - NÚMERO DE CIRURGIAS PLÁSTICAS NO MUNDO

<b>Brasil</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>México</b>	<b>Rússia</b>	<b>Índia</b>
1.493.673	1.351.917	580.659	483.152	394.728
13,1%	11,9%	5,1%	4,3%	3,5%

FONTE: Sociedade internacional de cirurgia plástica (ISAPS).

Com a realização de procedimentos estéticos, muitas pessoas passam a ter uma grande melhora na saúde geral, mas a melhoria diária da qualidade de vida passa pela retirada do excesso de pele de algumas regiões, como no abdômen (SANTOS, 2013). Nesse sentido, torna-se necessário o procedimento de abdominoplastia, quando há o excesso de pele, com correção ou não de diástase (separação anormal dos músculos reto abdominais direito e esquerdo), ou procedimento de

lipoabdominoplastia, quando há excesso de pele associado ao acúmulo de gordura localizada na derme abdominal. Descreve-se a lipoabdominoplastia, como um procedimento no qual associa-se a lipoaspiração à abdominoplastia com o descolamento reduzido de pele e preservação da fáscia de Scarpa na região infra-umbilical (DOUGLAS, 2002) ou seja, não interferindo em órgãos profundos. Dentre as cirurgias plásticas realizadas no Brasil as cirurgias em abdômen representam aproximadamente 15% do total.

Tais informações não passam despercebidas pela indústria da beleza e de confecções de materiais e produtos de consumo para uso nos cuidados após os procedimentos. Como criação de roupas, protetores e técnicas para uso em locais da área operada, visando lucros e proporcionar melhores resultados estéticos em menor tempo. Podemos tomar como exemplo e comparativo a indústria do esporte, a qual não faz uso apenas da biologia humana para o desenvolvimento do atleta, mas de um aparato tecnológico cada vez mais avançado e abrangente.

Procedimentos cirúrgicos desencadeiam uma cascata de processos fisiológicos necessários para reparar a intervenção ocorrida. Saber as fases desse processo fisiológico e como conduzir na recuperação é uma das funções da área da atuação da fisioterapia dermatofuncional, que pode minimizar ou reduzir alguns casos de sequelas como os fatores de complicações pós-procedimentos cirúrgicos, tanto no plano estético como no plano funcional, como por exemplo, a lipólise, o seroma, as equimoses, o hematoma, a trombose venosa profunda, a infecção, as manchas hipercrômicas, as lesões nervosas, as necroses, formação de fibrose e contraturas. (GRADALSKI, 2015).

Hoje, o cirurgião indica o profissional fisioterapeuta para a realização da reabilitação pós-operatória o qual após aplicar as condutas necessárias cabíveis de seus conhecimentos, finalizam o atendimento com vestimentas no paciente, as quais consistem em malhas elásticas chamadas de “modeladores” e esporadicamente são associadas placas chamadas de compressão ou contenção, as quais são colocadas abaixo das referidas malhas a fim de evitar uma dobra ou irregularidade na pele fragilizada pelo ato da cirurgia.

Na evolução positiva tais condutas podem ser suficientes, porém existem as já referidas complicações que são alterações inerentes de atividades metabólicas ou

de fatores externos, que podem gerar processos inflamatórios e alteração de fluxo sanguíneo por fatores etiológicos locais, sistêmicos ou ambos.

Especificamente a abordagem do uso de técnicas de placas compressivas foi o motivo desta dissertação. O uso, as formas geométricas, materiais e a disposição corporal são objetivos de comparação em relação ao resultado observado no decorrer do tempo pré-determinado.

Foram estabelecidos dois grupos de análise: i) controle; uso de técnicas de tratamento com compressões tradicionais (TCT), e ii) tratamento de compressão e contenção personalizado (TCP) para o contorno corporal. Uma análise comparativa permitirá estabelecer se ocorreram diferenças significativas entre os grupos.

Um recurso que pode auxiliar na documentação de reações inflamatórias de cicatrização vascular e tecidual decorrentes de procedimentos cirúrgicos é o uso da termografia infravermelha, método não invasivo, sem contato, não ionizante, para medição direta da temperatura da superfície da pele e medição indireta da perfusão da pele, microcirculação, inflamação, metabolismo e atividade do nervo vasomotor simpático, proporcionando uma forma de mapa de calor de distribuição de temperatura de superfície (BRIOSCHI *et al.* 2010).

Todavia, ainda não se identifica unanimidade referente à atuação pós cirúrgica, quanto ao uso de técnicas para reparo cicatricial, o início de atendimento, tempo de duração, utilização ou não de recursos como fatores positivos e/ou negativos.

Portanto o presente estudo busca aprimorar os conhecimentos na área da bioengenharia associada a cirurgias plásticas, verificando o uso de recursos existentes e seus efeitos no tratamento e diagnóstico na reabilitação pós-operatório de cirurgias de abdômen.

## 1.2 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O capítulo 1 apresenta a contextualização, a motivação e explica os conceitos fundamentais do sistema em estudo para esta dissertação de mestrado. O capítulo 2 traz uma revisão de literatura dos assuntos relacionados à dissertação, com o intuito de elucidar os conceitos fundamentais das compressões e estabilizadores como auxiliares na cicatrização tecidual pós cirurgia plástica, uso da termografia infravermelha como recurso para diagnóstico e desafios que existem no segmento, além de

expor o objetivo geral do trabalho e os objetivos específicos para alcançá-los. No capítulo 3 são retratados os materiais e métodos que comporão o desenvolvimento de todos os objetivos específicos estabelecidos. No capítulo 4 são descritos os resultados e discussões sobre os resultados obtidos. O capítulo 5 apresenta as conclusões e sugestões resumindo o trabalho realizado e, ao final são aparentadas as referências bibliográficas em que se baseou esta dissertação.

## **2 REVISÃO LITERATURA**

Nesta seção, será apresentada uma revisão literária dos assuntos relacionados à dissertação, com o objetivo de esclarecer as noções gerais de cicatrização tecidual pós cirurgia plástica em abdômen, aplicação de técnicas compressivas que possam auxiliar no reparo cicatricial e o uso de imagens térmicas para análises comparativas. E, também apontar os principais desafios existentes na área de estudo, dentre eles, os que serão tomados para o desenvolvimento deste trabalho de mestrado, além de expor o objetivo geral do trabalho e os objetivos específicos para alcançá-lo.

### **2.1 ABDÔMEM E CIRURGIAS PLÁSTICAS**

O abdômen situa-se entre o tórax e a pelve. É considerado esteticamente importante para definição corporal. Não possui proteção óssea, seu esqueleto é formado apenas pela coluna vertebral na parte posterior, suas paredes laterais e anteriores são constituídas por músculos, o que confere a região grande mobilidade (LANGE, 2014).

Pitanguy (1995) classificou as deformidades do abdômen em estéticas: aquelas que modificam o contorno corporal, como flacidez, gordura e enfraquecimento músculo esquelético e as funcionais: aquelas que comprometem a funcionalidade de contenção visceral.

Moreno (2016) cita que a abdominoplastia não só modela o abdômen como propicia alterações físicas, estéticas e psicológicas benéficas.

Matarasso (2006) comenta sobre existência de múltiplas técnicas cirúrgicas capazes de melhorar o contorno abdominal, sendo os procedimentos mais efetuados

para esta finalidade as lipoaspirações, miniabdominoplastias, abdominoplastias clássicas e lipoabdominoplastias.

As cirurgias conhecidas como abdominoplastias retiram o excesso de pele e tecido subcutâneo da região abdominal inferior. Atuam, também, na topografia musculoponeurótica, com objetivo de reparar a diástase dos músculos retoabdominais. Devido ao enfraquecimento e separação das fibras aponeuróticas, que se convergem afastando a linha alba, da linha mediana, sem a formação de hérnia (NAHAI, 2010).

Bellini *et al.* (2017) descrevem a lipoaspiração para tratar a lipodistrofia através de sucções de gordura acumulada em parte superficial e/ou profunda e remodelar o contorno corporal. Pode ser usada para complementar ou potencializar o resultado estético de outros procedimentos cirúrgicos, como mamoplastia redutora ou de aumento, abdominoplastia, braquioplastia, lifting de coxa e contorno corporal pósbariátrico.

Barcelos *et al.* (2015) descrevem a importância do conhecimento da anatomia da parede abdominal como papel de destaque, justificando a utilização de técnicas, como a abdominoplastia clássica ou a lipoabdominoplastia, estando relacionadas a princípios anatômicos. Além disso, complicações graves e/ou frequentes, como a necrose da parede, a formação de seroma, a perda ou diminuição da sensibilidade cutânea da parede abdominal, entre outras, possuem a fisiopatologia relacionada ao respeito ou não dos limites anatômicos.

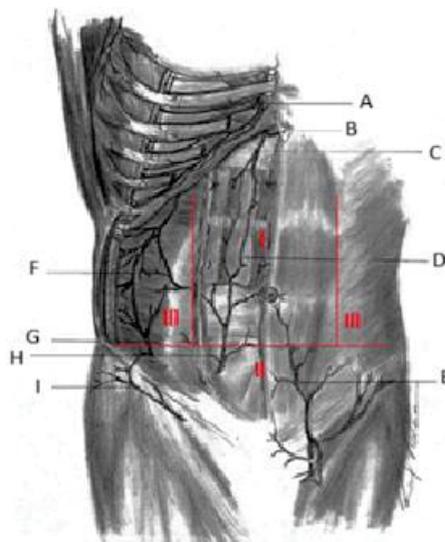
Alzulay e Alzulay (2004) destacam que, protegendo e interagindo com o meio exterior, a pele corresponde a 15% do peso corporal. É um órgão que reveste e delimita o organismo, constituída basicamente por três camadas interdependentes: a epiderme, mais externa, a derme, intermediária e a hipoderme ou panículo adiposo, mais profundo, nesta última se encontra a maior concentração de tecido adiposo é a mais profunda da pele e a região mais acometida no processo de cirurgias plásticas de lipoaspiração. A pele é constituída de lóbulos de linfócitos delimitados por septos de colágeno com vasos sanguíneos, linfáticos e nervos. O panículo adiposo, além de ser um depósito de calor, protege o organismo de traumas e das trocas excessivas de calor, modela o corpo e permite a mobilidade da pele em relação às estruturas subjacentes.

Hunter *et al.* (1983) descrevem a parede anterolateral do abdome constituída por três músculos planos anterolateralmente, sendo eles o músculo oblíquo externo,

oblíquo interno e transverso. E dois verticais que são o músculo reto do abdome e piramidal. Todos esses músculos e suas aponeuroses são revestidos externamente por fáscias de revestimento. Uma das funções dos músculos abdominais é a manutenção da pressão intra-abdominal supra-atmosférica. Entretanto, é comum, após a abdominoplastia, o aumento dessa pressão devido à plicatura para correção de diástase abdominal elevação do diafragma.

Em relação a vascularização da parede abdominal Huger subdivide em três zonas vasculares. A zona I é no sentido vertical central, irrigada pelas artérias epigástricas superiores e inferiores. A zona II se estende aproximadamente a um terço médio do umbigo e entre os ossos do quadril, a vascularização dessa zona é realizada por artérias superficiais e profundas. A zona III, em cada lado do corpo, faz fronteira com zona I e II sendo suprida pelas artérias intercostais, subcostais e lombares (FIGURA 1).

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA ADAPTADA DAS ZONAS DESCRITAS POR HUGER E A VASCULARIZAÇÃO ARTERIAL. A: ARTÉRIA TORÁCICA INTERNA; B: ARTÉRIA MUSCULOFRÊNICA; C: ARTÉRIA EPIGÁSTRICA SUPERIOR; D: ANASTOMOSE ENTRE ARTÉRIA EPIGÁSTRICA SUPERIOR E INFERIOR; E: ARTÉRIA EPIGÁSTRICA SUPERFICIAL; F: REGIÃO DE ANASTOMOSE ENTRE ARTÉRIAS SUBCOSTAL, LOMBARES, CIRCUNFLEXA ILÍACA PROFUNDA; G: ARTÉRIA CIRCUNFLEXA ILÍACA PROFUNDA; H: ARTÉRIA EPIGÁSTRICA INFERIOR; I: ARTÉRIA CIRCUNFLEXA ILÍACA SUPERFICIAL.



FONTE: Huger (2017).

Jaimovich et al. (1999) mostram a importância da tela subcutânea para as cirurgias plásticas. Ela é dividida em uma camada adiposa superficial abaixo da pele, geralmente tão espessa quanto maior o índice de massa corpórea, e importante na

termorregulação, com grande quantidade de septos fibrosos, tendo o seu suprimento sanguíneo feito tanto pelos vasos perfurantes quanto pelo plexo subdérmico. A camada profunda, conhecida como camada lamelar, possui poucos septos e é composta por células globulares frouxas e menores, além de espaços intercelulares maiores, onde transitam vasos mais calibrosos. Subdividindo as camadas superficial e profunda segue o estrato membranáceo ou fáscia de Scarpa, como mostra esquematicamente a FIGURA 2.

FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA ADAPTADA DE CORTE TRANSVERSAL DA PAREDE ABDOMINAL ANTERIOR EM NÍVEL INFRAUMBILICAL. A: PELE; B: TELA SUBCUTÂNEA (CAMADA AREOLAR OU CAMADA ADIPOSITA SUPERFICIAL OU FÁSCIA DE CAMPER); C: FÁSCIA SUPERFICIAL (CAMADA MEMBRANÁCEA OU FÁSCIA DE SCARPA); D: TELA SUBCUTÂNEA (CAMADA ADIPOSITA PROFUNDA OU CAMADA SUBSCARPAL OU CAMADA LAMELAR); E: MUSCULO RETO ABDOMINAL.



FONTE: Huger (2017).

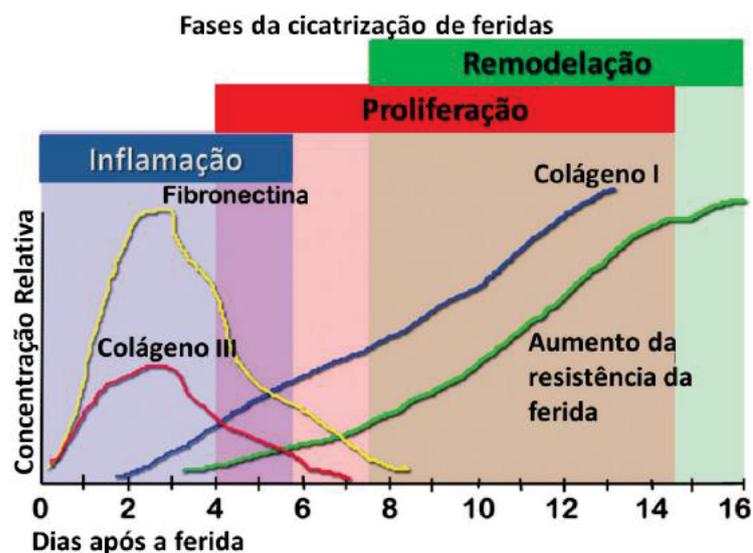
Estudos apontaram que a preservação da fáscia de Scarpa possui vantagens, devido a vários fatores. Reduz-se o sangramento, já que se preservam os vasos perfurantes inferiores; além de oferecer uma melhor aderência entre o retalho e as camadas (SALDANHA *et al*, 2010).

## 2.2 CICATRIZAÇÃO

Greve (2007) descreve a cicatrização como reposição de células danificadas ou perdidas. Para que ocorra a recuperação de um trauma ou lesão tecidual a cicatrização passa por fases fisiológicas que precisam ser respeitadas para a regeneração do tecido. A mobilização, como forma de tratamento, visando recuperar a condição funcional do indivíduo, deve ser planejada de acordo com o tipo de lesão e o tipo de tratamento quando há doenças pré-existentes.

Broughton, Janis e Attinger (2006) apresentam um relatório conciso sobre a cicatrização de feridas. Referem-se como uma série complexa de reações e interações entre células e “mediadores”, que pode ser dividida em três fases distintas: inflamação, proliferação e remodelação. Dentro de cada fase, uma cascata de reações orquestradas e interações entre células e substâncias químicas são colocadas em ação. Há uma sobreposição considerável para cada fase e as linhas que as separam não são claras (FIGURA 3). A primeira chama-se hemostasia e inflamação, fase de ação que o corpo toma imediatamente após o ferimento para controlar o sangramento, inicia imediatamente após a lesão e dura de quatro a oito dias. A segunda fase é a proliferativa, ocorre a epitelização, angiogênese e formação de matriz provisória, fibroblastos e células endoteliais são as células predominantes que proliferam nessa fase para começar a formar novos tubos capilares, compreende uma duração do quarto ao décimo quarto dia. A última fase é a maturação ou remodelação, que corresponde entre 8 dias e 1 ano após a lesão, como característica desta fase há deposição de colágeno em uma rede organizada, saindo de uma matriz de fibrina para uma matriz de colágeno.

FIGURA 3 - EVOLUÇÃO TEMPORAL DAS DIFERENTES CÉLULAS QUE APARECEM NA FERIDA DURANTE O PROCESSO DE CICATRIZAÇÃO.



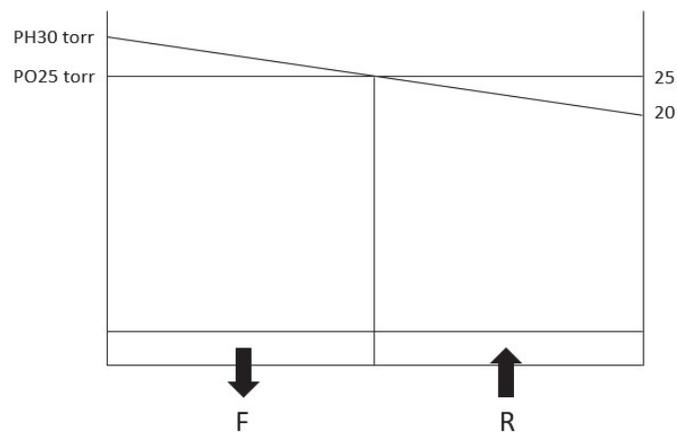
FONTE: Adaptado de Witte e Babul (1997).

## 2.3 EDEMA

Guyton (2002) refere o edema como acúmulo de quantidades anormais de líquidos nos espaços intersticiais, que são controlados pelos mecanismos da pressão hidrostática e pela pressão oncótica e/ou coloidosmótica. Afirma que as forças de Starling são o equilíbrio entre as duas pressões, que em condições normais, existe estando próximo ao equilíbrio na maioria dos capilares. Isto é, a quantidade de líquido filtrado para fora, nas extremidades artérias dos capilares, é quase igual ao líquido que retorna para a circulação pelos vasos linfáticos. Se não houver desequilíbrio entre as pressões, não ocorrerá o edema.

O equilíbrio se estabelece entre filtração (F) e reabsorção (R) FIGURA 4.

FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO ADAPTADA DO EQUILÍBRIO DAS PRESSÕES SEGUNDO KUHNKE, 1971.



FONTE: Leduc (2009).

Coelho et al. (2004) também afirmam que as forças de Starling são pressão hidrostática e oncótica ou coloidosmótica, que em condições fisiológicas normais, a pressão hidrostática, na extremidade arteriolar do leito capilar, é maior que a pressão oncótica do plasma. Este gradiente de pressão faz com que haja fluxo de fluido do compartimento intravascular para o interstício. Ao longo do capilar, a pressão hidrostática se reduz de forma significativa. Em adição, a saída do fluido intravascular faz com que a concentração de proteínas intracapilares se eleve, o que acarretará um discreto aumento da pressão oncótica. Assim, somados esses fatores, ocorrerá inversão do gradiente de pressão na extremidade venosa da rede capilar, ou seja, a pressão oncótica tornar-se-á maior que a pressão hidrostática.

Ulrich Herpertz (2006), também descreve o edema como um acúmulo patológico de líquidos, localizados preferencialmente nos tecidos conjuntivos intersticiais subcutâneos. Podem ser diferenciados pelo conteúdo proteico; rico em proteína (acima de 1g/dL) são denominados exsudatos e os pobres em proteína transudatos.

O edema prejudica a circulação pelo aumento das distâncias, nas quais as substâncias têm que se difundir. As causas dos edemas ocorre por fatores envolvidos nas transferências de fluidos, podendo ser: I) maior pressão sanguínea no capilar decorrente de insuficiência cardíaca; II) Pressão oncótica plasmática diminuída, oriunda da desnutrição, alteração de síntese de proteína, como doença hepática ou perda de proteína plasmática causada por doença renal; III) Aumento da permeabilidade das paredes capilares para proteínas, que reduz o gradiente de pressão oncótica no capilar diminui a reabsorção, ocorre em resposta a alergias, inflamações e queimaduras; IV) Alteração da drenagem linfática, geralmente por destruição de vasos linfáticos e, ocasionalmente, é um efeito de cirurgias ou traumas (KAPIT, MACEY e MEISAMI, 2004).

O edema obstrui os espaços vasculares e celulares, aumentando a pressão tissular e impedindo que o oxigênio alcance os tecidos contribuindo para o ciclo de dor e limitação do movimento o que acarreta diminuição da funcionalidade do membro.

Leduc (2007) descreveu grande adaptabilidade do sistema linfático o qual permite de 2 a 30 litros de linfa em 24 horas. Em muitos casos, a complacência da rede linfática permite evitar-se o edema. O autor também define dois processos para evacuação dos líquidos intersticiais. Um é a captação realizada pela rede de capilares linfáticos, que é a consequência do aumento local da pressão tissular, quanto mais a pressão aumenta, maior é a recaptção pelos capilares linfáticos. O outro é a evacuação, longe da região infiltrada, dos elementos recaptados pelos capilares. Esse transporte de linfa que se encontra nos vasos é efetuado pelos pré-coletores em direção aos coletores.

Quando se trata de favorecer a recaptção do líquido intersticial pelos capilares, uma pressão intermitente é preferível a uma pressão constante, ou seja, cada fase de pressão sucede uma fase de relaxamento. As pressões aplicadas gradualmente, da região proximal para a distal, facilitam a reabsorção no nível dos capilares ou dos linfáticos iniciais (LEDUC, 2007).

## 2.4 COMPLICAÇÕES

Marino (2010) alerta para o cuidado mais atento no pós-operatório imediato, principalmente o acompanhamento do processo inflamatório inerente à cicatrização tecidual, por estar diretamente ligado à redução das complicações após a lipoabdominoplastia.

O novo tecido cicatricial é composto fundamentalmente por fibras de colágeno que possuem função de fornecer resistência e integridade estrutural aos tecidos (GUIRRO 2004).

Macedo (2011) cita que um depósito desorganizado de fibras de colágeno na região operada pode ser considerado uma disfunção chamada fibrose, podendo causar dor e limitações pelo aumento da residência na pele.

Lange (2014) aponta a existência de fatores das complicações pós-procedimentos cirúrgicos, tanto no plano estético como no plano funcional, como por exemplo, a lipólise, o seroma, as equimoses, o hematoma, a trombose venosa profunda, a infecção, as manchas hiperocrômicas, as lesões nervosas, as necroses, formação de fibrose e contraturas.

Penichea, Vilchis e Larios (2012), confirmam algumas complicações da abdominoplastia: Infecção, deiscência de ferida operatória, lesões de nervos, necrose de pele e tecido subcutâneo, hematoma e seroma. Sendo as duas últimas as mais frequentes; quando ocorre um significativo hematoma, o tratamento pode ser uma internação para drenar e limpar o local. O seroma geralmente ocorrem em pacientes com maior adiposidade e quando não tratado corretamente, pode levar a deformidades no abdome.

Zapata (2016) descreve a necrose como a morte de tecido corporal, quando flui muito pouco sangue para o tecido. Também cita a necrose gordurosa em menos de 10% dos pacientes após abdominoplastia e geralmente está relacionada ao uso de eletrocautério e suturas muito apertadas, que reduzem ou impedem circulação do tecido adiposo resultando em risco aumentado de infecção, recuperação prolongada ou tratamento cirúrgico adicional.

Por outro lado, Llanos *et al.* (2013) afirmam que a abdominoplastia associada à lipoaspiração é um procedimento comum, bem aceito internacionalmente, apresenta excelentes resultados estéticos. Porém uma das principais complicações pertinente

a esse procedimento combinado é a presença de seroma no pós-operatório. A prevenção desta complicação reside na recomendação de preservar a Fáschia de Scarpa abaixo da linha umbilical.

Andrade *et al.* (2020) em artigo de revisão literária demonstraram que na América do Norte ou na Europa, a mortalidade de lipoaspiração é de 1 em 5.000 procedimentos e 1 em 3.500 em abdominoplastia ou cirurgia combinada. As complicações reafirmam as mesmas já mencionadas por outros pesquisadores, contudo a pesquisa conclui que, o cuidado e a atenção pós-operatórios são essenciais, podendo prevenir alteração inadequadas nos resultados e a detecção precoce de complicações são vitais para o tratamento precoce e para evitar maiores danos.

A formação de seroma contempla inúmeros mecanismos etiológicos. Dentre estes, há a lesão de vasos sanguíneos e canais linfáticos, formação de espaço morto, decorrente do deslocamento do retalho, além da presença de forças de cisalhamento, entre o retalho abdominal e a fáschia superficial, causadas pelo movimento das duas estruturas uma contra a outra, somada a liberação de mediadores inflamatórios (ATIVEH, ILBRAHIM e HAYEK, 2010).

Konstantinos (2017) menciona que a quantidade de seroma pode ser reduzida com a preservação da fáschia de Scarpa, uso de adesivos teciduais e, possivelmente, uso de suturas de tensão progressiva. E que mais estudos são essenciais para elucidar os mecanismos de formação de seroma após abdominoplastia e os efeitos das medidas de prevenção de seroma atualmente utilizadas.

Xia, Zhao e Cao (2019) comentam sobre o cuidado mais atento no pós-operatório imediato, principalmente o acompanhamento do processo inflamatório inerente à cicatrização tecidual, que está ligada a redução das complicações após a lipoabdominoplastia.

Resende *et al* (2021) descrevem que, atualmente, o diagnóstico das principais complicações após a cirurgia plástica do abdome não está padronizado. Muitas vezes ainda é feito pelo exame clínico, pela visualização do abaulamento, palpação e punção. Viabilizando a possibilidade do uso da termografia infravermelha para complementar a avaliação clínica e a tomada de decisão terapêutica. A presença de seroma e hematoma geralmente se apresenta como hipo-radiância nas imagens térmicas, com distribuição mais difusa. Assim, maiores diferenças de temperatura podem

sugerir, além do comprometimento da microcirculação e da atividade metabólica tecidual, complicações mais graves e pior prognóstico.

## 2.5 TÉCNICAS COMPRESSIVAS

Visando a proteção da área operada e na tentativa de minimizar complicação, os médicos indicam o uso de contensores em contato com a pele e abaixo de modeladores elásticos. Exercendo uma certa compressão que pode auxiliar na estabilização tecidual enquanto ocorre a cicatrização.

Felty e Rooke (2005) descrevem a compressão como um tratamento conservador para o edema, uma vez que permitem aumentar a velocidade do fluxo venoso, reduzir a distensão da parede venosa e melhorar a função valvar, diminuindo a hipertensão venosa, melhorando a hemodinâmica venosa, assim reduzindo os sintomas e mantendo a pressão do gradiente no membro acometido.

Xiong e Tao (2018) relatam o uso da compressão pela medicina por muitos anos, as peças aplicam pressões dinâmicas e estáticas ao corpo e dessa forma trazem benefícios à saúde, como o aumento da circulação sanguínea, modelagem do corpo e geram um apoio físico para os tecidos após procedimentos médicos.

Leduc, (2009) explica sobre as bandagens atuarem sobre a absorção de macromoléculas, bem como sobre a mobilização de massas líquidas durante as contrações musculares, colocadas diariamente e usadas dia e noite.

Lange (2014) acrescenta que uma das funções das bandagens é reduzir imediatamente a pressão, e assim restabelecer a circulação sanguínea e a linfática. Também ocorre uma diminuição da pressão sobre os nociceptores e a melhora da dor.

Hu, Lu e Zhu (2008) comentam sobre tipos de materiais e peças de compressão que se diferenciam pelas suas propriedades mecânicas e elásticas, possibilitam o uso diante das curvas do corpo humano. Para acomodar ao corpo, são utilizados tecidos com fibras elásticas e fios que apresentam boa extensibilidade e recuperação, incluindo tecidos de malha.

Cameron (2009) cita que a compressão externa reduz a filtração e eleva a absorção dos vasos sanguíneos por meio dos movimentos de compressão, assim como também estimula a vasomotricidade linfática.

### 2.5.1 Compressões em Reparos Teciduais

Auersvald *et al.* (2011) demonstram uma técnica chamada rede hemostática como alternativa para prevenir hematoma em ritidoplastia. Com base em princípio de fechamento mecânico buscando a obtenção de uma oclusão quase total do espaço operado e relacionando o efeito dos pontos de Baroudi, que são pontos internos para adesão no fechamento das áreas descoladas em abdominoplastias que minimizam o surgimento de seroma. O estudo em 366 pacientes com aplicação da rede hemostática foi feito com passagem de fios cirúrgicos que ficam expostos externamente, os quais são fixados na pele da musculatura abaixo, com distâncias em dois eixos aproximadamente de 1 cm, similar a uma crocheteagem (FIGURA 5). Esse método se apresentou eficaz e não levou a aumento significativo da incidência de isquemia seroma e necrose.

FIGURA 5 - ILUSTRAÇÃO DE HEMIFACE COM A REDE HEMOSTÁTICA CONFECCIONADA.



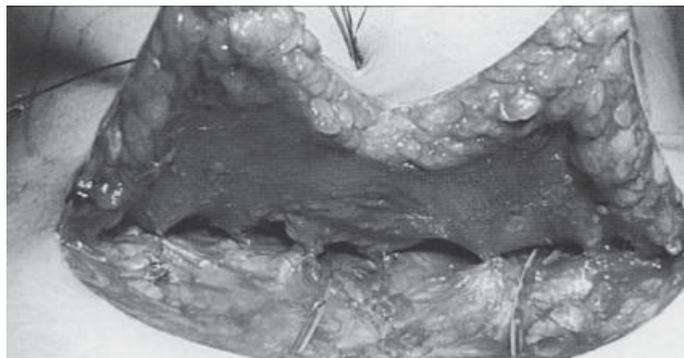
FONTE: Auersvald et al. (2012).

Mauck *et al.* (2014) realizaram uma revisão sistemática comparativa para a utilização de técnicas compressivas para promover a cicatrização de úlceras venosas e reduzir a recorrência de úlceras. O estudo apontou aumento da cicatrização de feridas que receberam compressão em comparação com aquelas que não receberam nenhuma compressão. Foram observadas melhoras cicatriciais na utilização de sistemas multicamadas em relação a sistemas de componente único. A presença de componente elástico também foi avaliada, com maior cicatrização quando empregado componente elástico do que quando não houve componente elástico. Observou-se,

também, a redução na recorrência, quando aplicada compressão, em pacientes com úlceras cicatrizadas.

Baroudi e Ferreira (1998) descrevem uma técnica de sutura quilting que consiste em prender a fáscia muscular abaixo e a fáscia superficial do retalho cutâneo acima, com distância entre os pontos aproximadamente de 5cm, essas suturas evitam o cisalhamento na interface entre os planos cirúrgicos (FIGURA 6). Acredita-se que isso evite seroma, desenvolvido pela primeira vez durante a segunda semana pós-operatória após abdominoplastia ou descolamento da pele, do membro em partes moles onde o espaço morto é criado. A incidência relatada de formação de seroma após abdominoplastia varia de 5% a 50%. O tratamento comum consiste em várias aspirações com seringa e agulha, uma ou duas vezes por semana e curativo compressivo local. O método de compressão depende da região tratada. Na abdominoplastia descrevem o uso de uma cinta elástica com um pedaço de espuma sob medida sobre o local do seroma. Se um seroma se desenvolver após a remoção do dreno, a aspiração repetida será necessária. Há possibilidade de ocorrência de fibrose sintomática, com necessidade de meses de fisioterapia para que seja observada melhora.

FIGURA 6 - ASPECTO TRANSOPERATÓRIO ESQUEMÁTICO APROXIMADO DA SUTURA QUILTING.



FONTE: Baroudi e Ferreira (1998).

### 2.5.2 Modelo Matemático de Vestuário

X. Xang *et al.* (2002) desenvolveram um modelo para simulação numérica da pressão dinâmica do vestuário com base na teoria da mecânica do contato, podendo calcular as distribuições tridimensionais da pressão do vestuário, tensão e deformação e visualizá-los em mapas de cores usando software comercial de elementos finitos.

Indicando que o modelo é capaz de simular a pressão da vestimenta durante o uso com precisão razoável.

Huizenga, Hui e Arens (2001) apresentam um modelo de regulação térmica em fisiologia humana para avaliar conforto térmicos complexos, usando um modelo 3D realista do corpo que permite segmentos de corpo ilimitados e dividido em quatro camadas corporais e uma camada de roupa. Leva em consideração os mecanismos fisiológicos como vasodilatação, vasoconstrição, sudorese e produção de calor metabólico e a convecção, condução e radiação entre o corpo e o ambiente foram tratadas de forma independente. O modelo foi capaz de prever a resposta fisiológica humana a ambientes térmicos transientes e não uniformes possibilitando a descrição dos algoritmos fisiológicos. Isso permitiu simular praticamente qualquer combinação sequencial de condições ambientais, de vestuário e metabólicas.

## 2.6 TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

Em 1985, Uematsu descreveu que a imagem térmica é adequada para detectar mudanças no fluxo sanguíneo que pode ocorrer devido à inflamação ou outra causa de alteração de perfusão cutânea. Apresentou indicadores de disfunções através de temperatura assimétricas sejam como a presença de áreas frias ou aquecidas.

O aumento da atividade metabólica leva ao aumento da temperatura, e pode ser registrado por uma câmera termográfica infravermelha. Pode ser observado na forma de imagens individuais estáticas (TRI) ou no processo de recuperação térmica, chamada de termografia infravermelha dinâmica (DIRT) em resposta a estímulos externos: quente ou frio, aplicados em uma determinada área de interesse. A análise da recuperação térmica é um indicador da pele subjacente e da perfusão do tecido subcutâneo (WEERD et al, 2011).

De acordo com Brioschi et al. (2010) a termografia infravermelha tem se mostrado o meio mais eficiente para estudos da distribuição da temperatura da pele. Permite avaliar a microcirculação desta e, indiretamente, também avalia o sistema nervoso autônomo simpático que a relaciona e permite distinguir pequenas variações de temperatura (0,1 °C) por milímetros quadrados de área de tecido, causadas por maior ou menor irrigação microvascular em determinada região.

Nos últimos anos, com o aumento das cirurgias plásticas também cresceu o número de avaliações funcionais da microcirculação através do uso de imagens térmica infravermelhas e o mapeamento de perfurantes com imagens de alta definição e sensibilidade (NOGUEIRA, 2013).

Segundo Guyton e Hall (2006), o aumento de temperatura local, dor difusa e irradiada, acompanhada ou não de edema e limitação de movimento é indicativo de processo inflamatório. A inflamação é a reação de defesa do organismo, atrai leucócitos e moléculas plasmáticas para o local de infecção ou dano tecidual, que altera significativamente a vascularização local e, conseqüentemente, a radiação infravermelha.

Existe uma correlação entre a energia da radiação térmica e a temperatura da pele, que são convertidos em valores térmicos segundo a lei de Stefan-Boltzmann, quanto maior a radiação emitida por um corpo, maior sua temperatura (Bejan; Kraus, 2003).

$$W = \epsilon\sigma T^4 \quad (1)$$

onde  $W$  é a taxa de emissão de energia radiante ( $W/m^2$ );  $\epsilon$  é a emissividade do corpo (0,975 para o corpo humano);  $\sigma$  representa a constante de Stephen-Boltzmann ( $5,7 \times 10^{-8} Wm^{-2}K^{-4}$ ); e  $T$  é a temperatura do corpo (K).

Uma revisão sistemática sobre as aplicações clínicas da termografia infravermelha em cirurgia plástica feita por Varchara et al. (2016) apontou a utilização desta como uma ferramenta não invasiva, confiável e útil na prática clínica. Ela se demonstrou eficiente para análise e direcionamento de tratamentos de cirurgias plásticas, queimados e alterações cutâneas. Nota-se a vantagem tecnológica dada pelas pequenas câmeras portáteis e com configurações rápidas, fáceis capturas de dados e custos baixos quando comparado a outros exames como os de ressonância magnética (MRI) e a angiogramia computadorizada (CTA). Estes podem ser mais precisos em profundidades, calibre de vasos e no direcionamento do fluxo do vaso, porém são exames inviáveis em situações intraoperatórias e pós-operatórias. Além de emitirem radiação, exigem maiores preparos pré-exame, são mais caros e demorados e precisarem de um médico radiologista para emissão de laudos. A também chamada termografia infravermelha dinâmica (DIRT) é um complemento útil para as técnicas

atuais na identificação de perfurantes e para planejamento de retalhos, fornecendo informações que podem ser usadas em conjunto com outros diagnósticos e análises clínicas.

Um estudo comparando DIRT com Doppler portátil feito em 16 pacientes com dissecação cirúrgica, confirmando a localização do perfurador como padrão de referência, mostrou que a localização correspondia a uma distância de 0-15 mm em 67% dos pacientes. Mostrando que enquanto o Doppler localizava as perfurantes no nível mais profundo, a termografia detectou sua localização sob a pele e, portanto, as técnicas eram complementares (Tenório et al. 2009).

Brioschi et al (2012) cita que a análise quantitativa, a qual mede a diferença térmica de maneira objetiva, não depende da interpretação do examinador, o que a torna uma ferramenta ideal para comparações precisas entre áreas e para identificar variações térmicas significativas. Isso permite uma aplicação consistente em estudos que envolvem cicatrização e análise vascular. Em contrapartida, a análise qualitativa é mais subjetiva, sendo altamente dependente da experiência e treinamento do examinador para interpretar os padrões térmicos e identificar possíveis anormalidades. Menciona no mesmo livro que a variação térmica não é uniforme em todas as partes do corpo, e diferentes protocolos recomendam níveis de sensibilidade para diagnosticar a assimetria térmica. Uma diferença superior a  $0,3^{\circ}\text{C}$  é considerada sugestiva de anormalidade, acima de  $0,6^{\circ}\text{C}$  é fortemente sugestiva, e valores superiores a  $1^{\circ}\text{C}$  indicam uma anormalidade significativa.

As imagens térmicas são possíveis devido à junção dos termogramas, que são representações visuais da radiação infravermelha invisível captada por sistemas infravermelhos. Essas imagens são compostas por uma matriz de pontos, conhecidos como pixels (de "picture element"), onde cada pixel corresponde, em princípio, a um sensor do detector da câmera infravermelha. Para facilitar a interpretação das informações contidas nos termogramas, utiliza-se com frequência uma escala de cores, conhecida como Paleta. Nessa Paleta, as intensidades de radiação medidas em cada ponto do termograma são traduzidas em cores específicas, proporcionando uma visualização rápida e intuitiva das variações térmicas na imagem.

Resende et al. (2021) apresentaram o uso da termografia no monitoramento cicatricial de dois casos pós lipoabdominoplastia. Um apresentou intercorrência levando à necrose tecidual e outro não, sendo observado pelas análises térmicas que

houve variação de temperatura significativa no caso do paciente que apresentou lesão, com delta superior a  $1,7^{\circ}\text{C}$  já no primeiro dia pós-operatório contra a variação de  $0,4^{\circ}\text{C}$  do outro paciente também no primeiro dia pós cirurgia. O delta foi entre os pontos específicos nas áreas supra-umbilical e infra-umbilical. A alteração térmica cutânea foi observada e registrada pelo equipamento de termografia, o qual demonstrou uma alteração fisiológica mesmos antes da visualização de coloração na pele ou da solicitação de outros exames. A autora afirma a existência de redução do fluxo sanguíneo na região ao redor de incisões cirúrgica e com conseqüentemente comprometimento da oxigenação e do aporte de nutrientes à ferida, sugerindo calcular o delta mínimo das referidas áreas as quais correspondem à localização dos principais angiossomas e vasos perfurantes responsáveis pela nutrição do retalho abdominal.

Com uma metodologia normalizada, independentemente das temperaturas centrais do corpo e do ambiente, é possível produzir meios para uma boa análise das leituras da temperatura por imagens termográficas em patologias detectáveis na pele, sem a necessidade de um laboratório específico ou protocolos complexos (Vargas et al. 2009).

A Academia Internacional de Termologia Clínica (International Academy of Clinical Thermology – IACT) define protocolos baseados em revisões da literatura, para registro de imagens térmicas na prática clínica. O laboratório deve apresentar tamanho adequado suficiente para movimentação do examinador e do paciente, livre de correntes de ar e isolado de radiação infravermelha externa (janelas com cortinas), temperatura ambiente entre  $18$  a  $23^{\circ}\text{C}$ , climatizar paciente por 15 minutos antes do exame, câmera posicionada perpendicularmente à área a ser examinada enquadrada em melhor disposição ao visor da câmera, instruir o examinado sobre preparação pré-exame principalmente o não uso de produtos sobre a pele e sobre o não consumo de alimentos termogênicos (IACT, 2002).

### 2.6.1 Modelos Matemáticos de Respostas Térmica em Seres Vivos

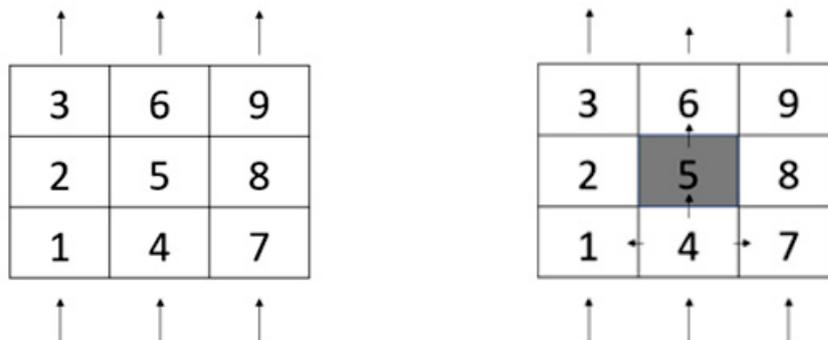
Harry H. Pennes, considerado o primeiro pesquisador a introduzir, em 1948, um modelo matemático para análise de produção de calor pelo tecido humano em relação ao fluxo sanguíneo local. Criou a equação de pennes ou equação de biocalor, utilizado como base em vários artigos sobre transferência de calor auxiliando na



fluxo de massa sanguínea abdominal inicial, raio máximo de distensão abdominal, razão de calor metabólico corporal, massa de tecidos do abdômen, superfície corporal exposta e, principalmente, coeficiente de transferência de calor externo, os quais podem ser usadas como ferramentas para minimizar a perda de energia e, consequentemente, ajudar o cirurgião a evitar complicações desnecessárias.

Carraro et al. (2022) apresentaram um modelo matemático 2D simplificado para resposta térmica supondo uma área no abdômen pós abdominoplastia, baseado em trocas térmicas e balanço de energia para investigar o efeito de uma obstrução do fluxo vascular na temperatura superficial da pele em uma região infra-umbilical. Consideraram-se equações de conservação de massa e energia onde a quantidade de  $O_2$  fornecida regula a temperatura local. Criou-se também um arranjo representando a região de simulação em que a quantidade de  $O_2$  foi restringida no volume controle 5 (VC5) apresentado na FIGURA 8.

FIGURA 8 - DISCRETIZAÇÃO DA ÁREA ABDOMINAL EM 9 VOLUMES DE CONTROLE PARA CONDIÇÕES (A) FLUXO SANGUÍNEO NORMAL (SEM OBSTRUÇÃO) E (B) OBSTRUÇÃO DO FLUXO SANGUÍNEO NO VOLUME CONTROLE 5 CAUSANDO AUMENTO DO FLUXO SANGUÍNEO NOS VOLUMES CONTROLE 1 E 7.



FONTE: Carraro *et al.* (2022).

Conforme aumenta  $\alpha$ , definido como uma obstrução qualquer, diminui o fluxo sanguíneo, a temperatura e a oxigenação, no mesmo sentido, porém em proporções diferentes. A oxigenação é mais sensível a obstrução que a temperatura, sendo que em variações térmicas menores que  $0,5^{\circ}\text{C}$  demonstram 50 % da obstrução de fluxo sanguíneo e mais de 60 % de queda na oxigenação. Isso alerta no direcionamento de possível morte tecidual por hipóxia.

Através de uma análise dos trabalhos disponíveis na literatura científica, foi possível observar que existem relativamente poucos estudos que combinam a análise infravermelha com informações sobre cicatrização em áreas abdominais, especificamente em conjunto com técnicas de compressão. Embora existam estudos que tratem desses temas de forma individual ou em outros contextos, a junção dessas abordagens ainda é escassa. Diante disso, alguns desafios tecnológicos e científicos foram identificados e motivaram a realização desta dissertação. Primeiramente, observa-se uma lacuna na literatura sobre o uso de técnicas compressivas aplicadas ao reparo cicatricial em cirurgias de abdômen. Além disso, faltam descritivos detalhados sobre o uso, formatos e materiais adequados para auxiliar na recuperação de procedimentos estéticos em áreas abdominais. Finalmente, destaca-se como um desafio tecnológico e científico o desenvolvimento de ferramentas de termografia infravermelha, integradas à inteligência artificial, que possam identificar e descrever de forma objetiva alterações fisiológicas locais com base em variações térmicas.

## 2.7 OBJETIVOS

### 2.7.1 Objetivo Geral

Realizar a análise comparativa por imagem infravermelha de técnicas compressivas no reparo cicatricial em cirurgias plásticas de abdômen.

### 2.7.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- i. Desenvolvimento de metodologia para uso da imagem infravermelha para avaliar a resposta térmica transiente da superfície afetada em cirurgias plásticas de abdômen;
- ii. Definição do grupo controle composto por indivíduos que utilizem técnica de compressão tradicional (TCT);
- iii. Definição do grupo personalizado composto por indivíduos que utilizem tratamento de compressão e contenção personalizado (TCP);

- iv. Realização de análise comparativa para estabelecer se existem diferenças significativas entre os grupos;

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

O capítulo 3 tem a finalidade de apresentar a metodologia para poder atingir os objetivos específicos, além do detalhamento da pesquisa de campo.

#### **3.1 MODELO EXPERIMENTAL**

A dissertação foi uma pesquisa aplicada, longitudinal e experimental, com abordagem quantitativa e qualitativa. As variáveis qualitativas, que são informações não numéricas, analisadas sendo: as imagens fotográficas e as imagens infravermelhas. As variáveis quantitativas analisadas foram: cirtometria, análises térmicas e frequência dos atendimentos.

A proposta de metodologia foi utilizar dos conhecimentos da termodinâmica, através da captura de imagens térmicas e avaliar a resposta térmica transiente da superfície da pele na área abdominal a qual foi afetada pela cirurgia plástica. Usando o software comercial “Visionfy” específico pra análises em termografia médica. Observou-se como se apresentava o comportamento tecidual na área de abdômen durante a cicatrização no período de 30 dias. Comparando o uso de duas técnicas compressivas no pós-operatório utilizadas na área do abdômen em mulheres que foram submetidas pela primeira vez ao procedimento de retirada de excesso de pele abdominal. Para tanto, as participantes foram separadas aleatoriamente em dois grupos: i) controle, com uso de técnicas de tratamento com placas tradicionais (TCT), e ii) personalizado, com o uso de técnicas de tratamento de compressão e contenção (TCP) com materiais colocados de forma personalizada para o contorno corporal. O uso da termografia permitiu, através da visualização de informações térmicas, analisar a diferença entre os dois métodos.

### 3.2 AMOSTRA DO ESTUDO

A amostra foi selecionada por conveniência, composta por 30 participantes do sexo feminino, com idades entre 18 e 55 anos, todas submetidas pela primeira vez a um procedimento de cirurgia plástica abdominal entre maio de 2023 e maio de 2024. As participantes foram convidadas verbalmente durante as avaliações pré-cirúrgicas em consultório e informadas sobre a existência do estudo. As interessadas passaram por uma triagem inicial, na qual receberam explicações detalhadas sobre os objetivos, critérios, benefícios e riscos do estudo.

Os critérios de inclusão consideraram mulheres com idades entre 18 e 55 anos, submetidas pela primeira vez a uma cirurgia plástica abdominal, com ou sem lipoaspiração, independentemente de derivações ou combinações com outros procedimentos, como implante de próteses mamárias ou mastopexia.

Por outro lado, foram excluídas participantes que já haviam passado por alguma intervenção cirúrgica na região abdominal, independentemente do tempo ou tipo de cirurgia seja estética ou patológica. Também foram excluídas participantes com comorbidades como diabetes, doenças renais ou cardíacas, usuárias de nicotina por qualquer via, e aquelas que faziam uso de medicamentos de uso contínuo.

O cálculo que permitiu guiar a definição do tamanho amostral  $N$  baseado na proposta por Luchesa e Chaves Neto (2011, p. 9), para uma população infinita, com desvio padrão desconhecido  $\sigma$ , porém estimado como sendo igual a duas vezes o erro  $\sigma = 2e$ , e com nível de confiança definido em 95% ( $Z = 1,96$ ).

$$N = \left( Z \frac{\sigma}{e} \right)^2 \quad (2)$$

O valor inteiro imediatamente superior ao calculado foi 16. Cada grupo amostral foi considerado como uma população independente, o número total alvo de participantes foi 32.

Devido à complexidade dos fatores envolvidos em inclusão e tempo de tratamento ficaram 15 participantes integrantes ao grupo TCP. As outras 15 participantes optaram por participar do grupo TCT. Durante o decorrer da pesquisa, uma participante do grupo TCT não pôde continuar na pesquisa.

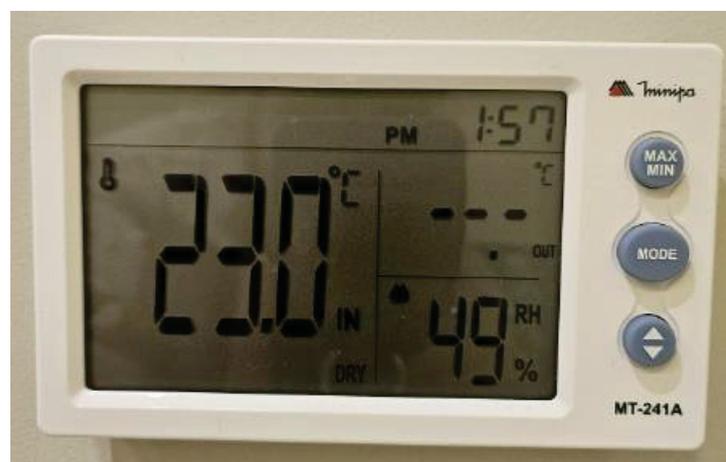
### 3.3 PROCEDIMENTOS AVALIATIVOS

As participantes passaram por seis sessões avaliativas idênticas, realizadas entre maio de 2023 e maio de 2024. A primeira avaliação ocorreu antes do procedimento cirúrgico, e as seguintes no 3º dia, 7º dia, 15º dia, 21º dia e 30º dia de pós-operatório. Para fins de análise, devido à variabilidade nas datas pré-estabelecidas, as avaliações foram agrupadas de acordo com a semana correspondente do pós-operatório. Ficando respectivamente semana 0 (zero), semana 0,5 (meia), semana 1 (um), semana 2 (dois), semana 3 (três), semana 4 (quatro). As avaliações consistiram em registro fotográfico, cirtometria e imagens térmicas, sempre realizados antes do procedimento preconizado.

Essas avaliações ocorreram na clínica de fisioterapia onde a participante realizou sua reabilitação pós-cirúrgica, especificamente drenagem linfática. A clínica está anexada ao espaço onde a equipe cirúrgica realizou os atendimentos médicos pré e pós-operatórios, facilitando o deslocamento das participantes.

A sala utilizada para a coleta de dados foi a mesma onde ocorreram os procedimentos fisioterapêuticos, equipada com maca e cadeiras adequadas para o descanso da participante, conforme necessidade. O ambiente permaneceu climatizado, com temperatura de 23°C monitorada por um termômetro digital marca Minipa modelo MT-241A com resolução de 0,1 °C e precisão, de acordo com o manual do fabricante, de  $\pm 1^\circ\text{C}$  o qual estava fixado na sala de exames FIGURA 9.

FIGURA 9 – TERMÔMETRO DIGITAL INDICANDO A TEMPERATURA DA SALA NO MOMENTO DAS COLETAS DE IMAGENS TERMOGRÁFICAS.



FONTE: A autora (2024).

Durante a coleta de imagens, estavam presentes apenas a participante, a autora e a fisioterapeuta responsável pelo atendimento. A participante posicionava os pés sobre um tapete emborrachado para evitar contato com o piso frio.

### 3.3.1 Registro fotográfico

As imagens fotográficas foram capturadas com um celular Samsung Flip5, sem o uso de flash ou zoom, com o aparelho na posição vertical. O registro fotográfico foi realizado uma vez em cada dia de avaliação. A participante foi posicionada sobre um ponto fixo central, marcado em um tapete, e a câmera foi mantida a uma distância que permitisse o enquadramento vertical entre a base das mamas e o final do tapa-sexo, e horizontalmente até os braços da participante.

A participante permaneceu na posição ortostática, com os pés paralelos e alinhados, membros superiores ao lado do corpo e olhar direcionado para frente, na postura mais ereta possível. As fotos foram capturadas com a participante despida, utilizando apenas um tapa-sexo confeccionado em material cartonado e fixado com fita adesiva para cobrir a região genital. Os registros foram sempre após a chegada da participante e a remoção dos materiais de contenção. Todas as imagens foram tratadas de forma a preservar a identidade das participantes. A FIGURA 10 representa como foram coletadas as imagens fotográficas.

FIGURA 10 – REPRESENTAÇÃO DA COLETA DE IMAGENS FOTOGRÁFICAS E EXEMPLO DE IMAGEM FOTOGRÁFICA COLETADA



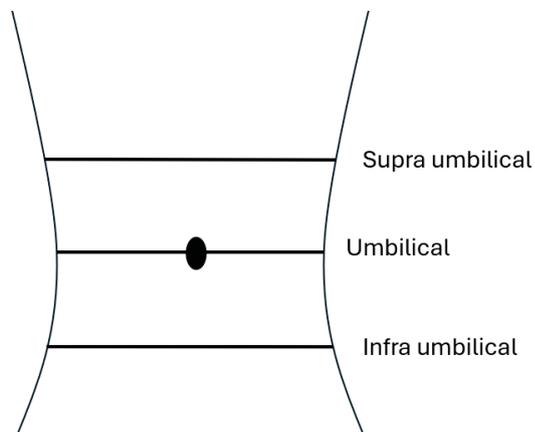
FONTE: A autora (2024).

### 3.3.2 Cirtometria

Para a análise de variação de circunferência, foram realizadas medições por meio de uma fita métrica, com a participante na posição ortostática frontal, com os pés paralelos e alinhados, membros superiores ao longo do corpo e olhando para frente, na postura mais ereta possível. A cada avaliação foram feitas três mensurações de circunferências, uma em cada região. Realizadas pelo mesmo avaliador, de forma justa e atentando-se a qualquer deformação na pele que indicasse compressão excessiva durante o processo de medição, minimizando, assim, o erro de operador nas medidas. As perimetrias foram realizadas nas seguintes regiões FIGURA 11:

1. Supra umbilical (ponto passando 4cm acima do umbigo).
2. Umbilical (ponto passando sobre o umbigo).
3. Infra umbilical (ponto passando 4cm abaixo do umbigo)

FIGURA 11 – REGIÕES DE MEDIÇÃO DA CIRTOMETRIA



FONTE: A autora (2024).

Após coletar as medições as informações foram anotadas em uma planilha, de acordo com as siglas das participantes conforme seu grupo respectivo TCT ou TCP e em colunas anotada as medições conforme a semana da avaliação. Em seguida os dados foram agrupados conforme a região mensurada (supra umbilical, umbilical e infra umbilical) e os dados obtidos encontram-se no ANEXO 1.

Com as informações, foram calculadas as variações em relação a medida pré-operatória para cada avaliação de um dos grupos. Em seguida foram plotados os gráficos que serão apresentados no capítulo 4.

### 3.3.3 Imagens térmicas

As imagens térmicas foram capturadas utilizando uma câmera da marca Flir, modelo C5, equipada com uma câmera de luz visível de 5 megapixels e um gerador de imagens de 160 x 120 pixels (19.200 pixels). O modo de imagem utilizado foi o MSX (Multi-Spectral Dynamic Imaging), com um parâmetro de emissividade de 0,98. A câmera foi posicionada verticalmente para permitir o melhor enquadramento possível, cobrindo o eixo vertical entre a base das mamas e o início do púbis, e no eixo horizontal, as bordas do quadril, garantindo a consistência na coleta visual. A FIGURA 12 representa como foram coletadas as imagens térmicas.

FIGURA 12– REPRESENTAÇÃO DA COLETA DE IMAGENS TÉRMICAS E EXEMPLO DE IMAGEM TÉRMICA COLETADA



FONTE: A autora (2024).

As imagens infravermelhas foram coletadas em um ambiente com temperatura monitorada a 23°C, medida por um termômetro digital localizado na sala de exames. Antes da captura das imagens, a participante permaneceu por 15 minutos no ambiente para permitir a normalização da temperatura corporal com o ambiente, sendo orientada a não encostar as mãos sobre a pele durante esse período. Após

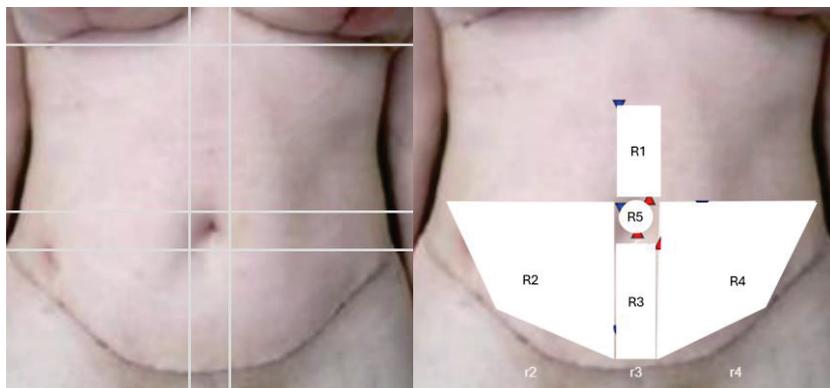
esse tempo de adaptação, as imagens térmicas foram registradas em triplicata a cada dia de análise, com intervalos mínimos de 5 minutos entre as capturas.

A participante estava despida, utilizando apenas um tapa-sexo confeccionado em material cartonado e fixado com fita adesiva para cobrir a região genital. Ela permaneceu em posição ortostática, com os pés paralelos e alinhados, membros superiores ao lado do corpo, e olhar direcionado para frente, na postura mais ereta possível, de modo a permitir a captura completa da imagem do abdômen normal ao eixo de captura da máquina termográfica. As imagens térmicas não incluíram o rosto da participante nem mesmo o corpo todo, garantindo assim a preservação de sua identidade.

Para as análises de comparação térmica, as imagens foram transferidas para o software médico Visionfy®, que auxiliou na visualização e comparação das imagens térmicas geradas pelos sensores da câmera Flir C5. Dentro do aplicativo, foi criada uma pasta específica para cada participante, onde as imagens foram organizadas por data e sequência de coleta.

Para a análise do estudo, foi subdividida a região abdominal em cinco áreas de interesse, utilizando a visualização do abdômen no modo de imagem visível, ou seja, ajustando a imagem termográfica para que esta se comportasse como uma foto comum. Essa divisão foi estabelecida através da aplicação de grades horizontais e verticais, com a área umbilical como ponto de referência central, resultando nas áreas demonstradas na FIGURA 13.

FIGURA 13 – DEMARCAÇÃO DAS ÁREAS DE INTERESSE



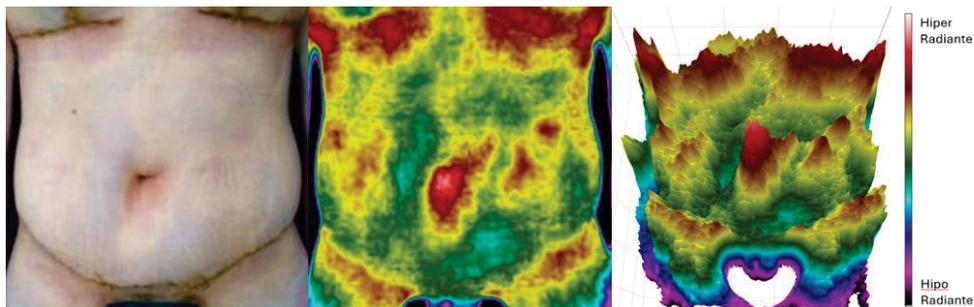
FONTE: A autora (2024).

Foram coletadas as temperaturas médias nestas cinco áreas de interesse, que respeitam as subdivisões de Huger, que coincidem com as zonas vasculares, além da área umbilical.

As zonas foram renomeadas da seguinte forma: a zona I, central e acima do ponto anatômico umbilical, foi designada como R1; a zona II, localizada na região central infra-umbilical e entre os ossos do quadril, foi denominada R3; a zona III, correspondente às regiões bilaterais direita e esquerda, foi designada como R2 e R4, respectivamente; e a área central que representa a cicatriz umbilical foi renomeada como R5. Essas designações foram automaticamente numeradas em sentido anti-horário pelo software.

Com as áreas de interesse devidamente delimitadas, o software apresentou variações qualitativas utilizando paletas de cores que representam a radiação infravermelha invisível em função de sua intensidade, a qual aumenta conforme aumenta a temperatura do respectivo ponto analisado. A paleta utilizada foi a “termoguiado1”, que é uma opção das paletas pré-definidas dentro do software. As variações foram apresentadas tanto em 2D quanto em 3D, conforme ilustrado na FIGURA 14.

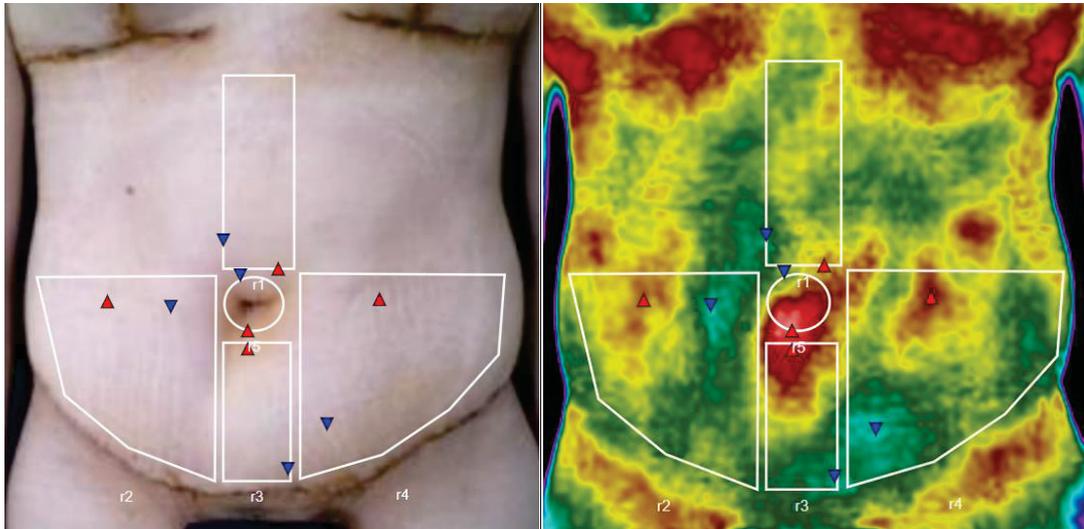
FIGURA 14 – IMAGENS SEM PALETA TÉRMICA, COM PALETA TÉRMICA EM 2D E COM PALETA TÉRMICA EM 3D.



FONTE: A autora (2024).

Ao demarcar as áreas de interesse, o software indicou qualitativamente o ponto de menor radiância (hipo radiante) da área delimitada com um pequeno triângulo azul, e o ponto de maior radiância (hiper radiante) com um triângulo vermelho FIGURA 15.

FIGURA 15 – IMAGENS DEMONSTRATIVAS DOS PONTOS MAIS HIPER E HIPO RADIANTES, POR ÁREA DE INTERESSE.



FONTE: A autora (2024).

Além disso, o software forneceu variações quantitativas para as áreas de interesse R1, R2, R3, R4 e R5. As temperaturas mínimas e máximas foram identificadas pelos triângulos azul e vermelho, respectivamente, e a temperatura média foi calculada com base nas temperaturas de cada pixel, resultando em uma média da temperatura de cada área. Essa temperatura média foi utilizada como parâmetro nas análises comparativas entre os grupos.

Para as análises comparativas, foram elaboradas tabelas no Excel, segmentando as áreas de interesse R1, R2, R3, R4 e R5. As participantes foram organizadas em linhas, divididas entre o grupo TCT e grupo TCP, enquanto as colunas registraram as medições de temperatura média coletadas ao longo das semanas de evolução cicatricial, a média das triplicatas e a temperatura adimensional.

A temperatura adimensional foi usada para garantir a normalização dos dados, permitindo uma comparação consistente e uniforme entre diferentes condições experimentais, independentemente das variáveis externas, como a temperatura ambiente. Essa abordagem eliminou o impacto de fatores externos, facilitando assim a análise e a interpretação dos resultados, além de simplificar os modelos matemáticos envolvidos.

$$\theta = \frac{T - T_0}{T_c - T_0} \quad (3)$$

Como demonstrado pela Equação (3) onde  $\theta$  é a temperatura adimensional,  $T$  é a temperatura da área de interesse em °C,  $T_0$  é a temperatura ambiente em °C e  $T_c$  é a temperatura corporal em °C descrita por Guyton *et al* (2017) como 36,5°C

Após o preenchimento das tabelas no Excel, foram gerados gráficos que representam a evolução temporal das variáveis em cada área de interesse do abdômen. Esses gráficos, permitiram a comparação detalhada entre os grupos, e serão apresentados no Capítulo 4.

### 3.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL GRUPO TRADICIONAL (TCT)

As participantes do grupo TCT denominado técnica de contenção tradicional, após a realização do atendimento de reabilitação pós-cirúrgica (drenagem linfática manual), utilizaram diariamente placas de contenção tradicionais. Essas placas eram confeccionadas em EVA (espuma vinílica acetinada) revestida com tecido de poliamida e elastano. O conjunto consistia em uma placa de formato oval que cobria quase toda a região abdominal, acompanhada por duas peças em formato semioval, posicionadas bilateralmente nas regiões dos flancos e da cintura FIGURA 16.

FIGURA 16 - PLACAS DE COMPRESSÃO TRADICIONAL (TCT)



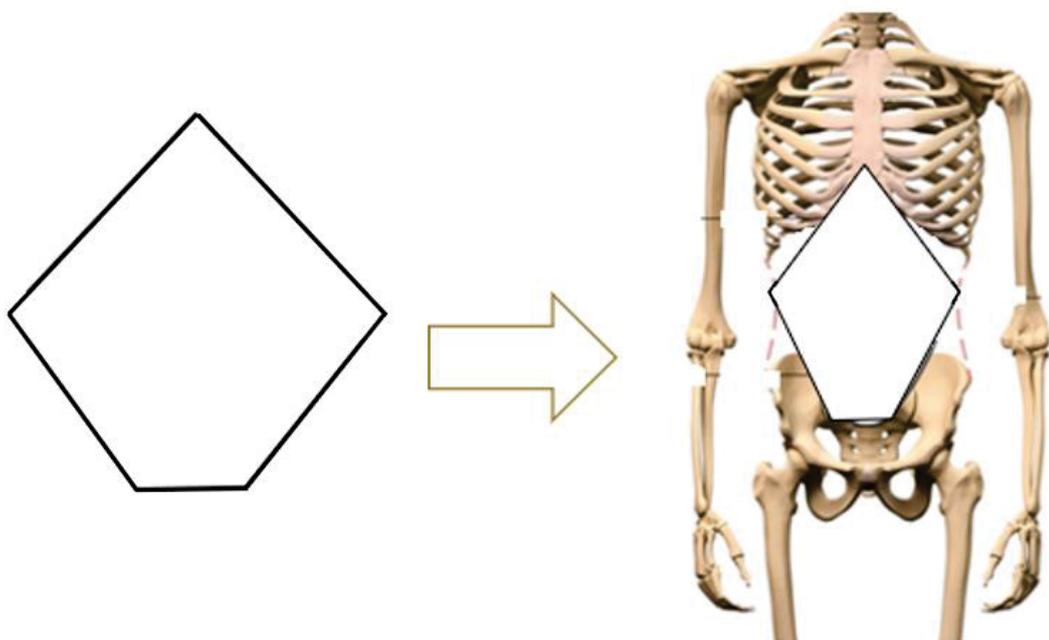
FONTE: Site Mercado Livre (2022).

As placas compressivas foram posicionadas sob o modelador recomendado pelo cirurgião.

### 3.5 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL GRUPO PERSONALIZADO (TCP)

No grupo chamado TCP técnica de compressão personalizada, assim como no grupo TCT, realizavam o atendimento fisioterapêutico de reabilitação e, antes de irem embora, eram aplicadas as proteções de contenção. Neste grupo TCP, as participantes usaram uma peça flexível, macia, confeccionada em múltiplas camadas de tecido atoalhado e acolchoado, deixando-a mais espessa e confortável, em formato de losango com a base achatada. Essa peça foi posicionada entre a área do estômago e a região inferior do abdômen, próximo ao púbis FIGURA 17.

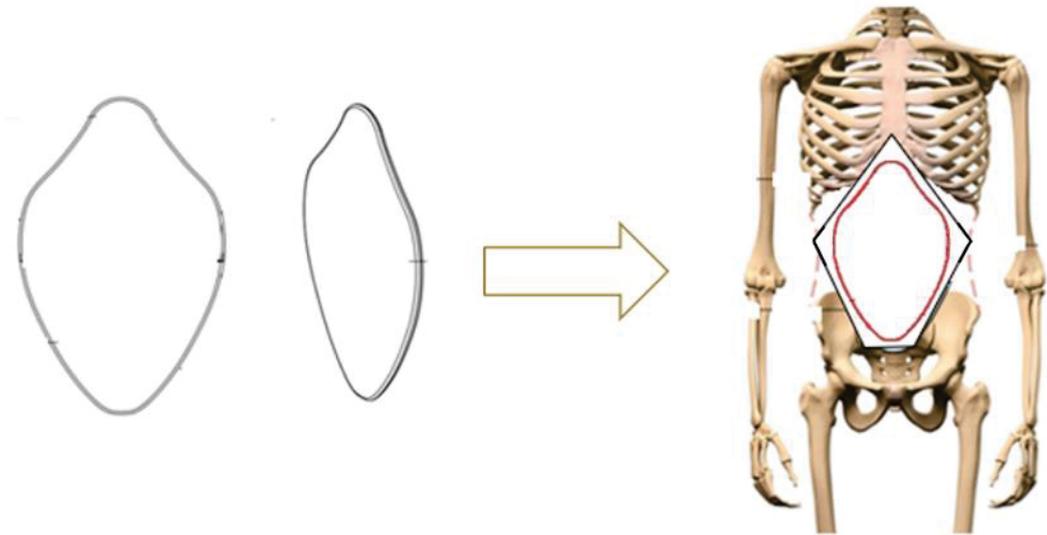
FIGURA 17 - DEMONSTRAÇÕES DO PRIMEIRO POSICIONAMENTO DA PEÇA DE COMPRESSÃO PERSONALIZADA



FONTE: A autora (2024).

Em seguida, sobre a peça em formato de losango, foi colocada uma tala abdominal rígida, com formato semelhante a uma gota, com a ponta menor arredondada na parte superior, posicionada sobre a área epigástrica, e a ponta maior arredondada na parte inferior, que ficou entre as proeminências ósseas conhecidas como cristas ilíacas anterossuperiores, terminando na região pubiana. Para cobrir essas áreas, a tala possui um comprimento considerável, abrangendo tanto a região epigástrica quanto a pubiana. Em termos de largura, a tala se estende até próximo à linha dos músculos oblíquos do abdômen, sem ultrapassar o contorno da cintura FIGURA 18.

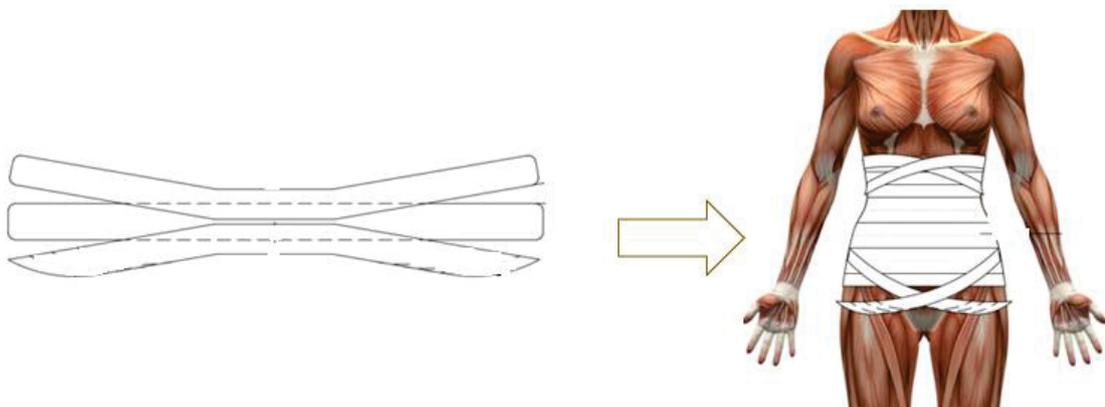
FIGURA 18 - DEMONSTRAÇÃO DO SEGUNDO POSICIONAMENTO DAS PEÇAS DE COMPRESSÃO PERSONALIZADAS.



FONTE: A autora (2024).

Por fim, sobre a tala abdominal e para fixação dos contêntores mencionados, foi colocada uma faixa tripla de sobreposição, circundando 360° ao redor do tronco do participante e protegendo toda a região. Ela foi confeccionada em tecido atalhado inelástico, com comprimento suficiente para envolver o participante. No momento da colocação houve o cuidado para que garantisse a sobreposição de 50% da largura da secção da faixa subsequente. O centro é fixado, com as pontas soltas para permitir um melhor enfaixamento e fechamento em diagonais FIGURA 19.

FIGURA 19 - DEMONSTRAÇÃO DO TERCEIRO POSICIONAMENTO DA COMPRESSÃO PERSONALIZADAS.



FONTE: A autora (2024).

Os contensores foram colocados após cada término do atendimento e ficaram na participante até a próxima sessão de fisioterapia, a participante pôde retirar no máximo 4 horas antes do próximo atendimento, para realização da higienização através do banho. Após o banho, a participante colocou novamente uma das talas abdominais conforme o seu grupo, para que não ficassem sem proteção no abdômen. Assim seguiu no período da reabilitação tecidual pós cirurgia. As faixas foram ajustadas de modo a proteger toda a região, colocado em contato com a pele da área abdominal e o primeiro material de contenção, já demonstrado na FIGURA 17. Dessa forma, finalizou-se a colocação das peças de contenção personalizada, que ficaram posicionadas abaixo do modelador elástico indicado pelo cirurgião.

Ambos os métodos compressivos aplicados nos grupos TCT e TCP foram iniciados no primeiro dia de atendimento de reabilitação fisioterapêutica pós-cirúrgica, que ocorreu no dia da alta hospitalar, um dia após o procedimento, e foram mantidos até a alta da reabilitação, que se estendeu por mais de 30 dias.

### 3.6 ANÁLISE DE ERROS

O erro foi calculado a fim de que a probabilidade do comportamento observado nas amostras do TCP e do TCT represente, com 95% de confiança, o comportamento da população infinita.

Para isso o cálculo do erro para cada amostra do estudo foi estimado de acordo com a Equação (4), descrita por Luchesa e Chaves Neto (2011, p. 17), para cada dia de avaliação, com o desvio padrão de cada região de cada grupo.

$$e = t \frac{\sigma_i}{\sqrt{N_i}}, \quad i = \text{grupo (TCP) ou grupo (TCT)} \quad (4)$$

Em que  $e$  é o erro,  $\sigma$  é o desvio padrão das medições da temperatura da região de interesse em cada semana,  $N$  é o tamanho da amostra,  $t$  corresponde à estatística de teste que segue a distribuição  $t$  de Student, determinada de acordo com a confiabilidade e o grau de liberdade  $v = N - 1$ , e  $i$  representa o grupo estudado, TCP ou TCT. Para que tenhamos grau de confiança de 95%, o valor de  $t$  será de 2,145

para o TCP, com  $14 = 15 - 1$  graus de liberdade, e 2,16 para o TCT, com  $13 = 14 - 1$  graus de liberdade.

Cada grupo teve o erro calculado em cada semana da medição de acordo com o respectivo número de pacientes sendo  $N = 15$  para o grupo TCP e  $N = 14$  para o grupo TCT. Como o erro de cada grupo foi calculado considerando o seu próprio tamanho de amostra  $N$ , a comparação entre os erros de cada grupo é válida mesmo com diferentes números de participantes.

## **4 RESULTADOS E DISCUSÃO**

O capítulo 4 apresenta os resultados obtidos e suas características.

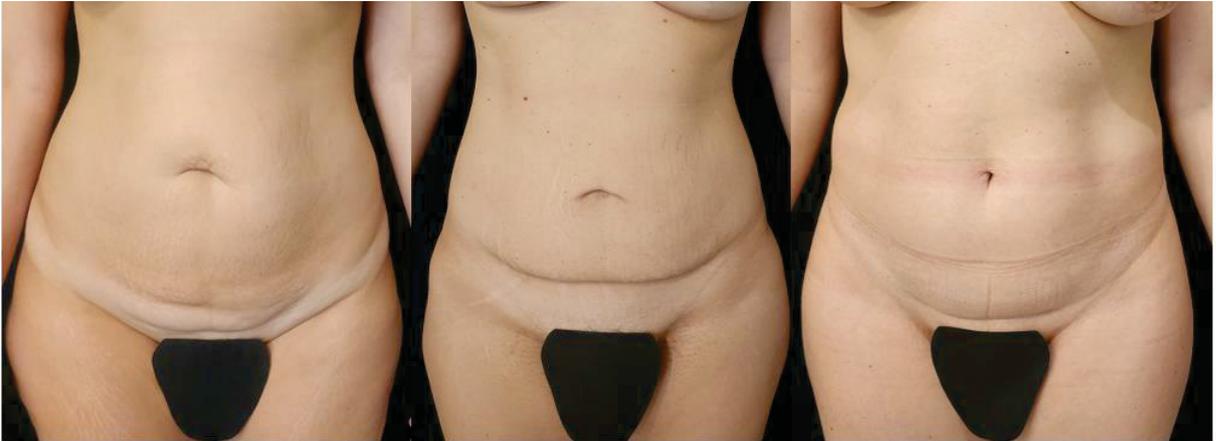
### **4.1 ANÁLISES QUALITATIVAS**

Em análise qualitativa tem-se as imagens fotográficas, com representação bi-dimensional da estrutura corporal da participante e as imagens térmicas com sua variação de paletas de cores conforme sua radiância.

#### **4.1.1 Imagens Fotográficas**

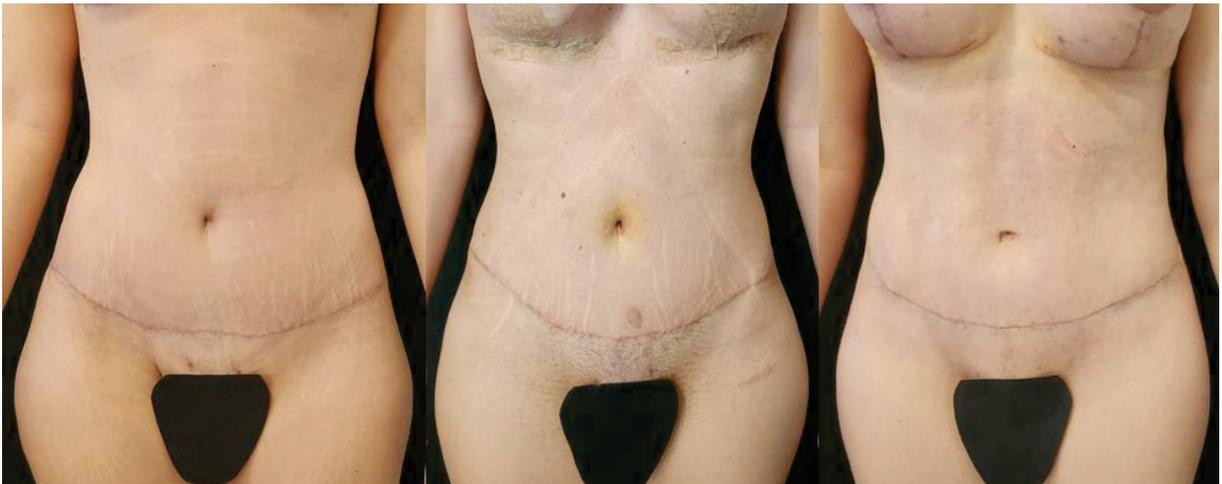
Através das imagens fotográficas por sensor digital observa-se a evolução nos contornos corporais na escala de tempo proposta. A FIGURA 20 apresenta as imagens de três participantes pertencentes ao grupo TCP antes do procedimento cirúrgico e a FIGURA 21 apresenta as mesmas três participantes na última avaliação.

FIGURA 20 - IMAGENS FOTOGRÁFICAS DE 3 PARTICIPANTES DO GRUPO TCP ANTES DO PROCEDIMENTO CIRÚRGICO.



FONTE: A autora (2024).

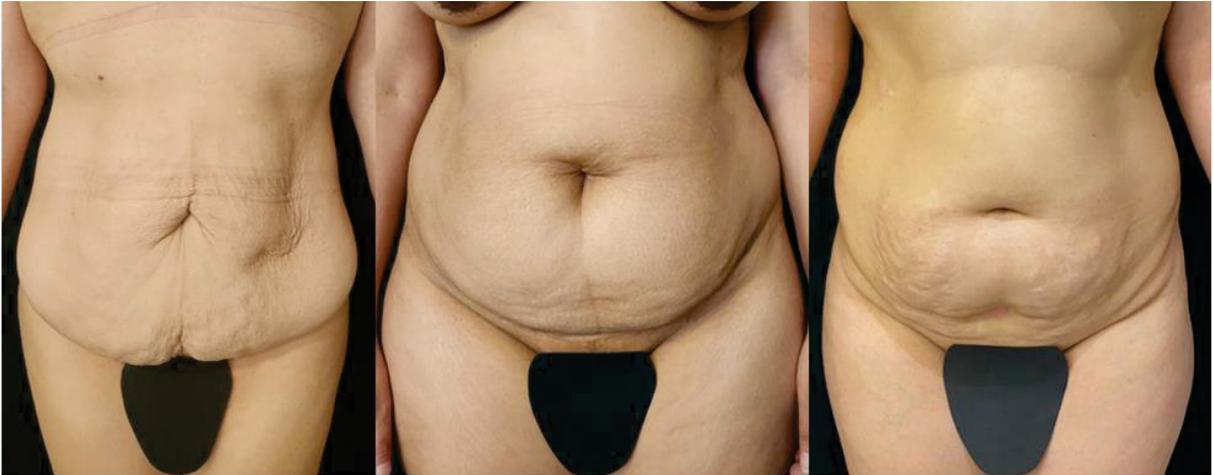
FIGURA 21 - IMAGENS FOTOGRÁFICAS DE 3 PARTICIPANTES DO GRUPO TCP APÓS 4 SEMANA DE PROCEDIMENTO CIRÚRGICO



FONTE: A autora (2024).

A FIGURA 22 a seguir observamos a evolução em relação aos contornos corporais de três participantes pertencentes ao grupo TCT antes do procedimento e FIGURA 23 representa as mesmas participantes do grupo TCT na última avaliação correspondente a 4 semanas de pós-operatório.

FIGURA 22 - IMAGENS FOTOGRÁFICAS DE 3 PARTICIPANTES DO GRUPO TCT ANTES DO PROCEDIMENTO CIRÚRGICO.



FONTE: A autora (2024).

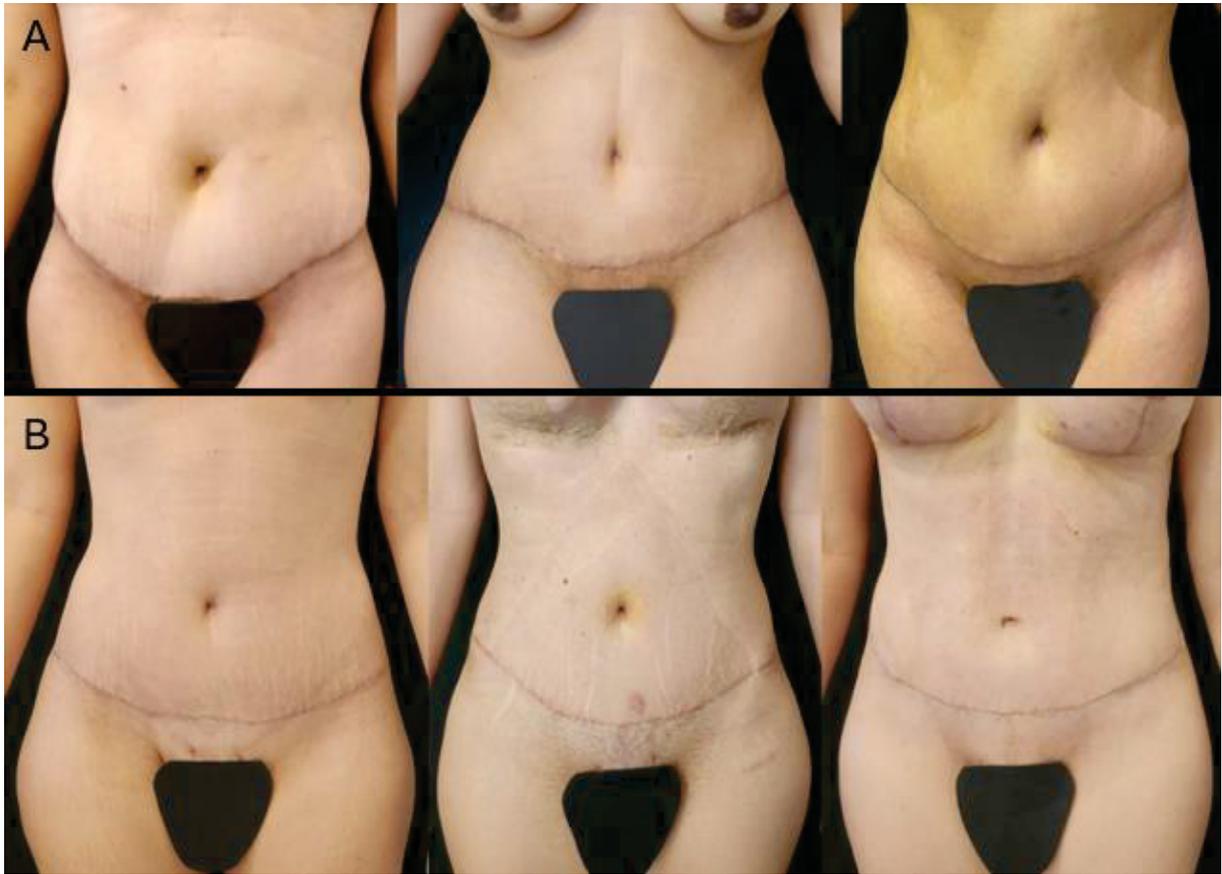
FIGURA 23 - IMAGENS FOTOGRÁFICAS DE 3 PARTICIPANTES DO GRUPO TCT ANTES DO PROCEDIMENTO CIRÚRGICO.



FONTE: A autora (2024).

Com a junção das imagens finais através da FIGURA 24 observam-se melhores contornos corporais através da silhueta entre quadril e cintura, a qualidade de contorno de cicatrizes e menor abaulamento ao redor do umbigo sugestivo de menor edema no grupo TCP quando comparado ao grupo TCT.

FIGURA 24 - IMAGENS FOTOGRÁFICAS DE 3 PARTICIPANTES DO GRUPO TCT (A) APÓS 4 SEMANAS DE CIRURGIA E IMAGENS FOTOGRÁFICAS DE 3 PARTICIPANTES DO GRUPO TCP (B) APÓS 4 SEMANAS DE CIRURGIA.

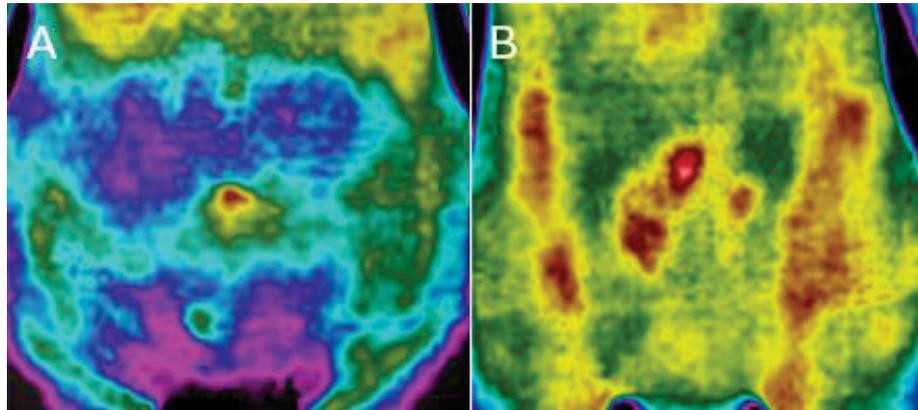


FONTE: A autora (2024).

#### 4.1.2 Imagens Térmicas

Através das análises térmicas, de maneira qualitativa, é possível observar a assimetria entre os lados quando comparados os quadrantes direito com o esquerdo e superior com o inferior, em relação à cicatriz umbilical. É possível observar grande variação na paleta de cores nas duas figuras do grupo TCP, onde (A) da FIGURA 25 foi obtida antes do procedimento, ou seja, semana zero e (B) no último atendimento ou quarta semana.

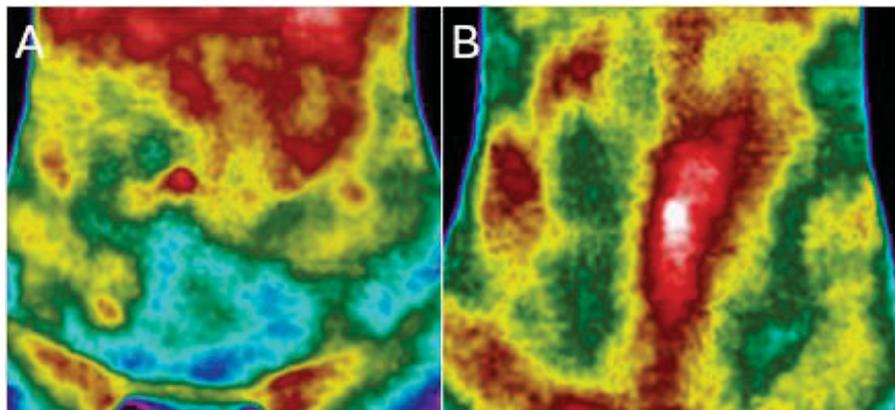
FIGURA 25 - IMAGEM TÉRMICA DO ABDÔMEN DE PARTICIPANTE DO GRUPO TCP PRÉ CIRURGIA (A) E APÓS 4 SEMANAS (B)



FONTE: A autora (2024).

Assim como nas imagens do grupo TCP observamos grande variação no grupo TCT como mostrado pela FIGURA 26 com exemplo de duas imagens, sendo (A) antes do procedimento, ou seja, semana zero e (B) no último atendimento ou quarta semana.

FIGURA 26 - IMAGEM TÉRMICA DO ABDÔMEN DE PARTICIPANTE DO GRUPO TCT PRÉ CIRURGIA (A) E APÓS 4 SEMANAS (B)



FONTE: A autora (2024).

## 4.2 ANÁLISES QUANTITATIVAS

Por meio das análises quantitativas, foi possível realizar comparações detalhadas dos valores obtidos nas coletas, utilizando planilhas para organizar e interpretar os dados.

#### 4.2.1 Cirtometria

Para as análises da cirtometria, foram gerados três gráficos comparativos, um para cada região: supra umbilical, umbilical e infra umbilical. Ilustrando as variações de circunferência nas regiões pré-estabelecidas ao longo de cinco avaliações semanais durante o pós-operatórias, em relação à medida de cada região obtida na avaliação pré-operatória, para o grupo TCT e o grupo TCP.

$$C_i = \frac{M_i}{M_0} \quad (5)$$

onde  $M_0$  representa o valor da medida da área pré-operatório de cada participante e  $M_i$  representa o valor de cirtometria para a semana  $i$  o grupo TCT ou TCP. Na Equação (5)  $C_i$  representa a proporção de  $M_i$  em relação a  $M_0$ .

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^N C_i}{N} \quad (6)$$

Os valores na TABELA 2 correspondem à média dos valores de  $C_i$ , representado por  $\bar{C}$ , como mostrado pela Equação (6), para cada região, semana e grupo.

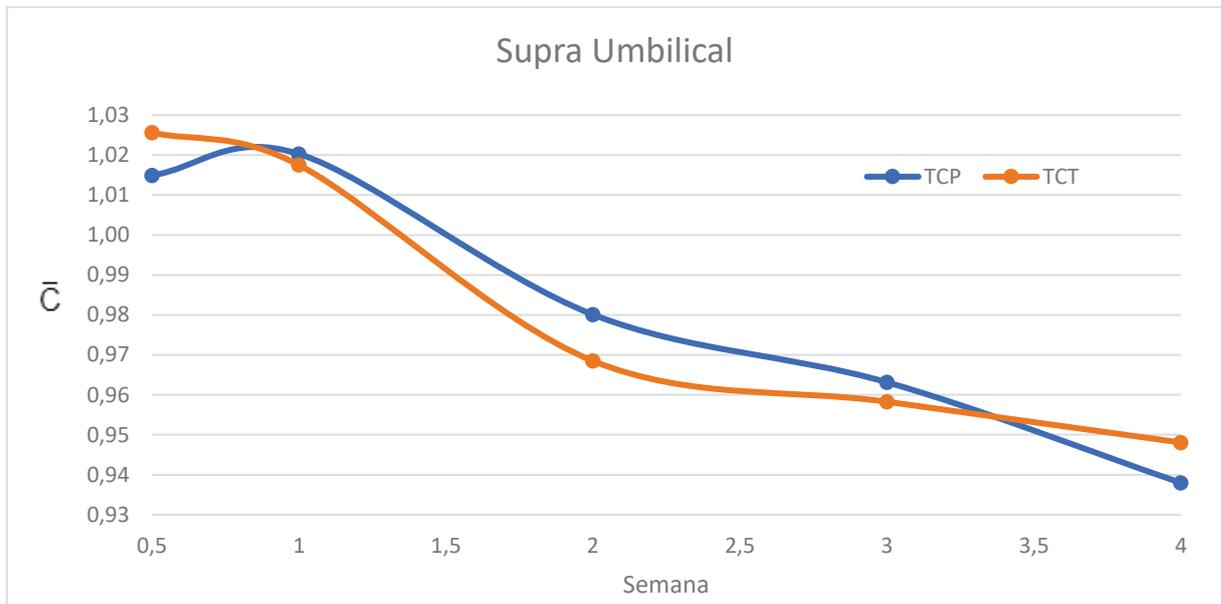
TABELA 2 – VARIAÇÃO DAS MEDIDAS DE CIRTOMETRIA EM RELAÇÃO A MEDIDA PRÉ OPERATÓRIA

TCP					
Região	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 4	Avaliação 5
Supra Umbilical	1,01	1,02	0,98	0,96	0,94
Umbilical	0,99	0,99	0,95	0,93	0,90
Infra Umbilical	0,96	0,97	0,94	0,92	0,90
TCT					
Região	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 4	Avaliação 5
Supra Umbilical	1,03	1,02	0,97	0,96	0,95
Umbilical	0,98	0,98	0,93	0,92	0,91
Infra Umbilical	0,94	0,94	0,92	0,90	0,90

FONTE: A autora (2024).

Em cada um dos gráficos, os valores representados no eixo X são referentes às respectivas avaliações semanais e os valores no eixo Y representado por  $\bar{C}$  são referentes à média dos valores da região. O GRÁFICO 1 representa essas medidas para a região supra umbilical.

GRÁFICO 1 – VARIAÇÃO DA CIRTOMETRIA EM RELAÇÃO A MEDIDA PRÉ-OPERATÓRIA DA REGIÃO SUPRA UMBILICAL



FONTE: A autora (2024).

Observa-se que na semana 0,5 a medida os grupos TCP e TCT, iniciam com 1,01 e 1,02 respectivamente, indicando um aumento em relação à medida inicial ou seja antes do procedimento, o que é compatível com a clínica das participantes, visto que é esperado que haja um leve edema, como resposta a um processo inicial de recuperação tecidual após um trauma cirúrgico.

Na primeira semana os grupos inverteram os valores, ou seja, o grupo TCP apresentou 1,02 e o grupo TCT com 1,01. A partir da segunda semana, ambos os grupos começam a mostrar uma redução na circunferência, chegando a 0,98 no grupo TCP e 0,96 no grupo TCT e reduzindo mais rápido no grupo TCP indo de 0,96 para 0,93 da terceira para quarta semana. O grupo TCT também acompanhou a queda, porém ficando com valor de 0,95 na terceira semana e com 0,94 na última.

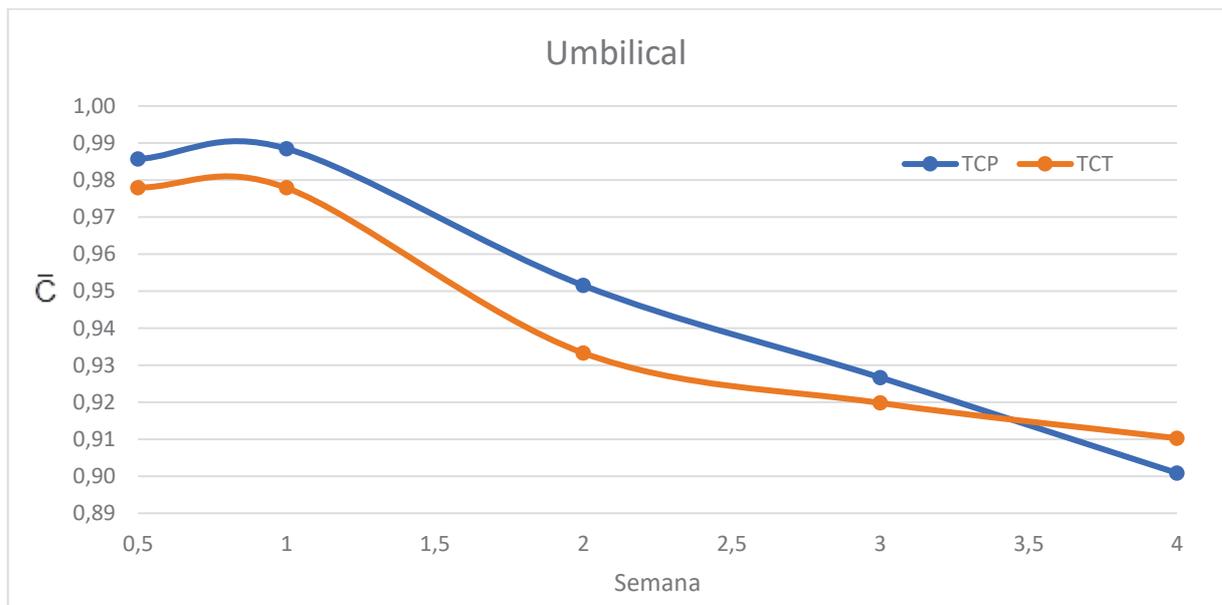
O comportamento observado no grupo TCP sugere que a medida final, após o procedimento cirúrgico, ainda não foi atingida, dado o decaimento contínuo dos

valores. Já o comportamento do grupo TCT, apesar de também ainda não ter estabilizado em torno de um valor para que este possa ser considerado como medida final, possui uma diminuição menos pronunciada nas últimas avaliações.

Comparando os valores das medições realizadas na última avaliação e o comportamento de cada uma das curvas, é razoável assumir que, se fossem feitas mais avaliações, a diferença entre as medidas do grupo TCT e do grupo TCP aumentaria, com medidas menores no grupo TCP o qual demonstrou maior queda após a terceira semana. O que, na prática, resultaria em uma otimização do resultado cirúrgico.

O GRÁFICO 2 permite a avaliação das medidas cirtométricas da região umbilical.

GRÁFICO 2 - VARIAÇÃO DA CIRTOMETRIA EM RELAÇÃO A MEDIDA PRÉ-OPERATÓRIA DA REGIÃO UMBILICAL



FONTE: A autora (2024).

Como na abdominoplastia a remoção de pele abdominal se dá principalmente nas regiões infra umbilical e umbilical, pode-se observar que em ambos os grupos TCP e TCT, na semana 0,5, iniciam com valores 0,98 e 0,97 respectivamente, indicando uma leve redução em relação à medida inicial, mesmo levando em consideração que no processo de recuperação inicial possa existir edema.

Novamente, a partir da terceira avaliação, ambos os grupos mostraram uma redução significativa na circunferência, a qual se manteve, com as linhas convergindo

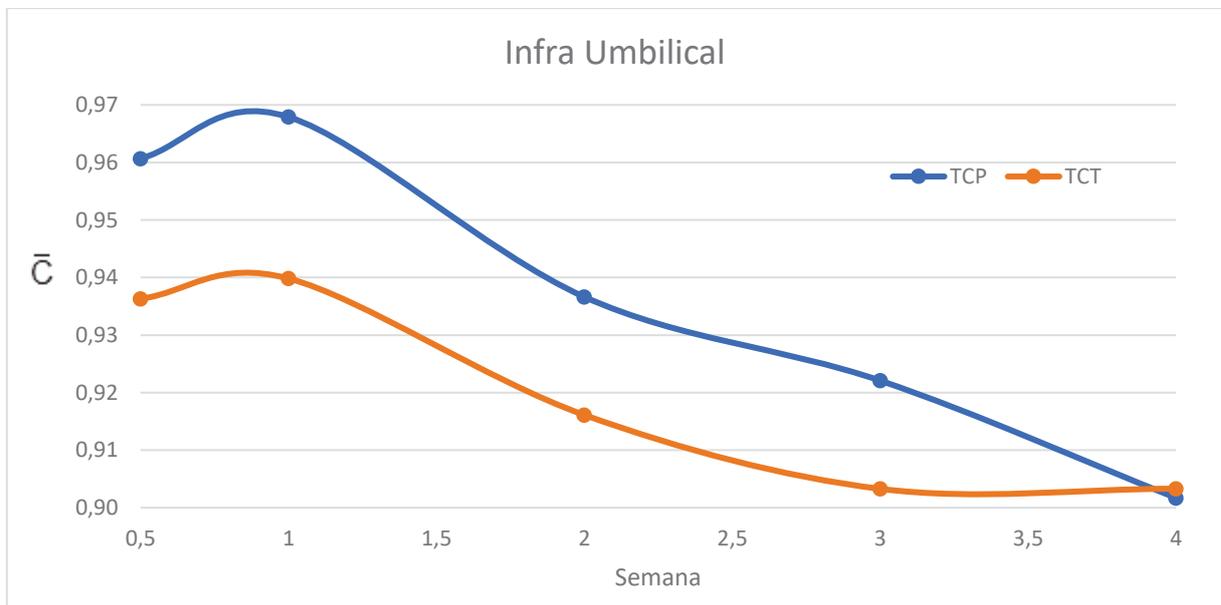
para valores 0,92 no grupo TCP e 0,91 no grupo TCT, o que indica uma diminuição, em relação à medida inicial, mais pronunciada do que a redução supra umbilical.

A análise do comportamento dos valores obtidos novamente mostra uma queda mais acentuada no grupo TCP que o grupo TCT, sendo que este permaneceu na quarta semana com valor de 0,91 e aquele reduziu para 0,90.

No final do tratamento, o grupo TCP ligeiramente supera o grupo TCT na redução da circunferência, com uma diminuição aproximadamente 1% superior a diminuição obtida pelo grupo TCT. O caráter estético do procedimento cirúrgico ao qual as participantes se submeteram traz mais peso a essa diferença de 1%, a qual, se traduzida para medidas, representaria 1cm de circunferência em uma participante que porventura possuísse 100cm de circunferência pré-operatória na região umbilical.

Por fim, o GRÁFICO 3 permite a avaliação das medidas cirtométricas da região infra umbilical.

GRÁFICO 3 - VARIAÇÃO DA CIRTOMETRIA EM RELAÇÃO A MEDIDA PRÉ-OPERATÓRIA DA REGIÃO INFRA UMBILICAL



FONTE: A autora (2024).

Observa-se primeira avaliação após o procedimento que equivale à semana 0,5, os grupos apresentam uma diferença 0,03 entre eles. O grupo TCP começa com 0,96 enquanto o grupo TCT inicia com 0,93.

O comportamento da diferença de cirtometria entre os dois métodos se manteve aproximadamente constante a 0,03 até a terceira semana na qual o valor do grupo TCP apresentou maior queda chegando a 0,90 na quarta semana e o grupo TCT manteve constância de 0,90 nos valores da terceira e quarta semana.

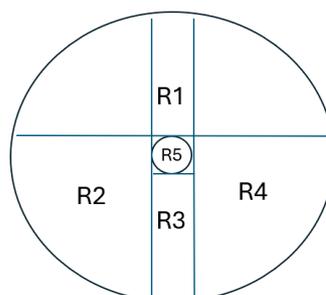
A análise da variação de circunferência ao longo do tempo nas três regiões (supra-umbilical, umbilical e infra-umbilical) mostrou uma redução progressiva em ambos os grupos ao longo de quatro semanas, com o grupo TCP iniciando com valores maiores e reduzindo mais significativamente nas últimas semanas, especialmente na região infra-umbilical, propensa ao acúmulo de fluidos.

A cirtometria indicou que o tratamento TCP é mais eficiente na redução das medidas, enquanto o grupo TCT mostrou um ritmo mais lento de recuperação. No entanto, o acompanhamento de 30 dias foi insuficiente para determinar o comportamento completo dos tratamentos, já que não foi observada estabilização nos valores de cirtometria em nenhum dos grupos.

#### 4.2.2 Imagens térmicas

Para as análises térmicas comparativas separamos os resultados obtidos, para as cinco áreas de interesse R1, R2, R3, R4 e R5, em seis avaliações no decorrer de quatro semanas. Os gráficos a seguir expõem esses resultados, com a representação da temperatura adimensional representado por  $\theta$ , no eixo Y e do tempo, em semanas, no eixo X.

FIGURA 27 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO ABDÔMEN COM MARCAÇÕES DE ÁREAS DE INTERESSE.



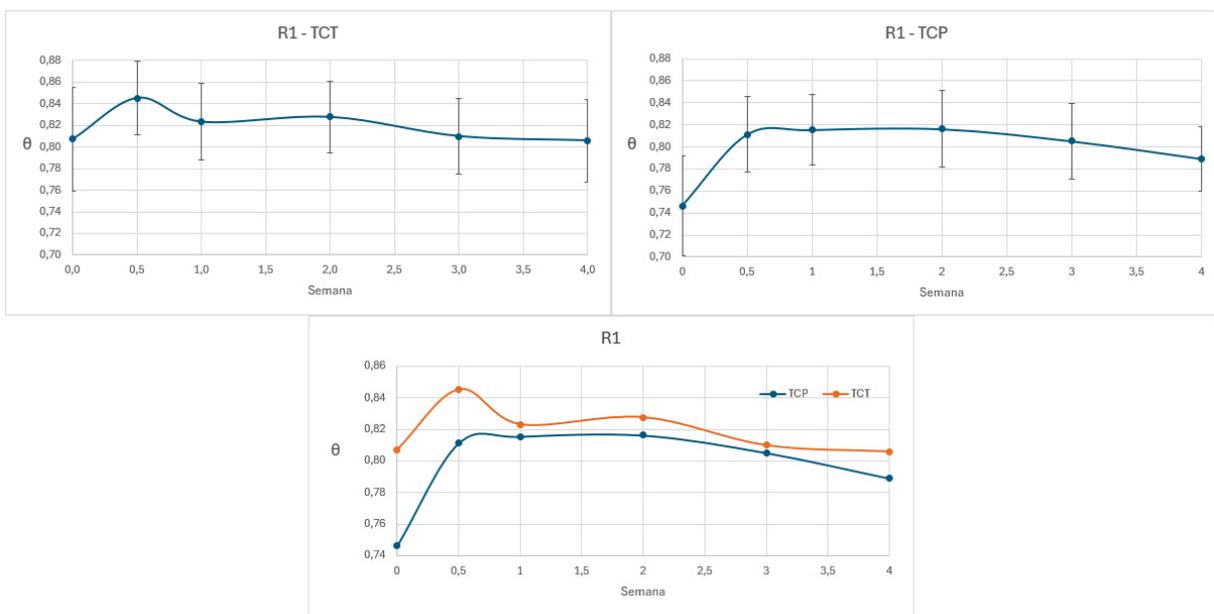
FONTE: A autora (2024).

Para auxílio ao entendimento da área de interesse, foi criada a FIGURA 27, representada pelo círculo que abrange o abdômen como um todo. As áreas de interesse estão delimitadas em quadrantes, sendo R1 a área central supra umbilical, R2 a região infra umbilical direita, R3 a região infra umbilical central, R4 a região infra umbilical esquerda, e R5 a região umbilical.

O erro apresentado nos gráficos representa 95% de confiabilidade para uma população infinita  $T$ .

O GRÁFICO 4 traz os valores  $\theta$  da área de interesse R1, supra umbilical, ao longo das quatro semanas na representação individual dos grupos TCT e TCP, e a representação conjunta dos grupos para melhor comparação.

GRÁFICO 4 – VARIAÇÃO TEMPORAL DA TEMPERATURA ADIMENSIONAL PARA ÁREA DE INTERESSE R1



FONTE: A autora (2024).

O comportamento inicial a ser destacado, e que se repete para as demais áreas de interesse, é a diferença significativa na temperatura adimensional da avaliação zero, pré-operatória, entre os grupos. Em todas as áreas de interesse, o grupo TCP apresentou um valor de  $\theta$  inferior ao do grupo TCT. É importante ressaltar que essa diferença de não possui qualquer influência do tratamento empregado em cada um dos grupos, visto que as imagens termográficas da avaliação zero foram obtidas antes do procedimento cirúrgico, sem aplicação de qualquer um dos métodos.

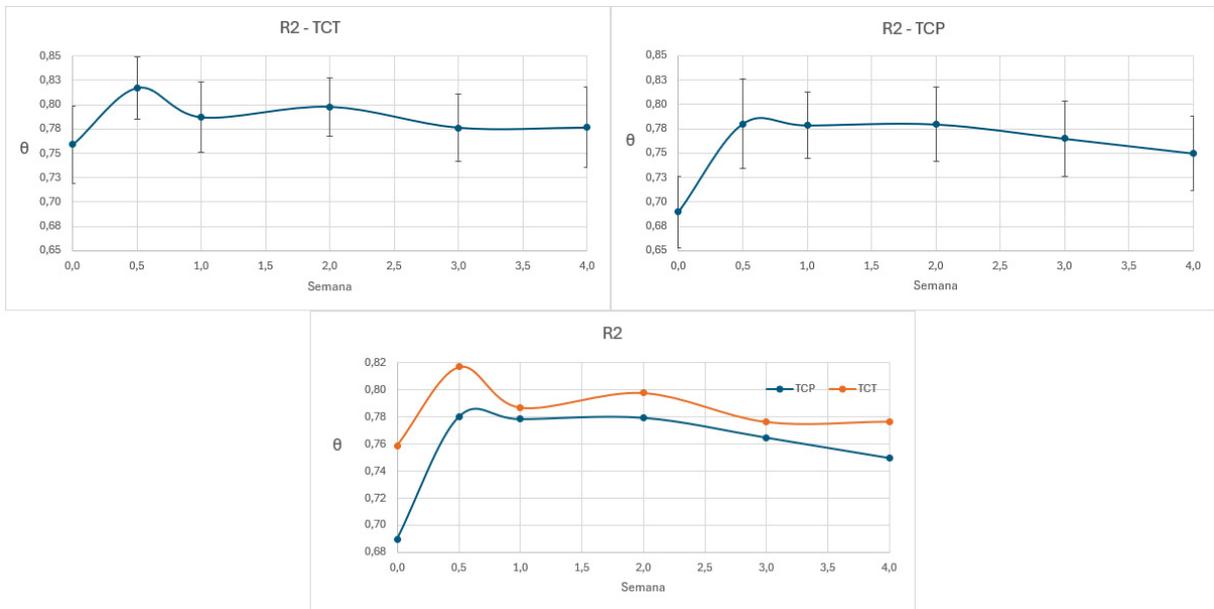
A segunda observação que merece destaque, e que também se repete para as demais áreas de interesse, é a elevação do valor  $\theta$  na primeira avaliação pós-cirúrgica, ou seja, semana 0,5. Tal comportamento é condizente com o início do processo de cicatrização tecidual, no qual há resposta inflamatória e consequente aumento da temperatura.

Analisando individualmente cada curva, o grupo TCP parte de um valor  $\theta$ , de 0,75 e atinge 0,81 na semana 0,5. Na semana seguinte a temperatura sobe levemente, para 0,82, mantendo-se estável até a segunda semana de avaliação. A partir da terceira semana, assume um comportamento decrescente com valor de  $\theta$  em 0,81 e, na quarta semana, chega ao valor de 0,79. Já o grupo o grupo TCT, a semana zero, ou seja, antes da cirurgia o  $\theta$  parte de 0,81, e se eleva chegando a 0,85 na primeira avaliação, semana 0,5 após a cirurgia. Em seguida na primeira semana o valor encontrado passa a ser inferior, chegando a 0,82. Na segunda semana o comportamento de  $\theta$  volta a ser de elevação, atingindo 0,83. Na terceira semana apresenta valor de 0,81 e na última semana mantém estabilização em 0,81.

Ao comparar-se as curvas dos dois grupos, fica claro que, apesar da diferença entre os valores adimensionais de cada grupo ser muito próxima, há uma diferença quanto ao comportamento desses. O grupo TCT observa-se um comportamento mais oscilatório durante as semanas. Já o grupo TCP durante o período das avaliações de 30 dias, demonstra uma recuperação mais estável e previsível. Ademais, a tendência do valor adimensional ocorrido nas últimas semanas sugere que um período mais longo de avaliações se faz necessário para determinar um valor final da área de interesse R1.

O GRÁFICO 5 traz os valores da área de interesse R2, infra umbilical direita, ao longo das quatro semanas na representação individual dos grupos TCT e TCP, e a representação conjunta dos grupos para melhor comparação.

GRÁFICO 5 - VARIAÇÃO TEMPORAL DA TEMPERATURA ADIMENSIONAL PARA ÁREA DE INTERESSE R2



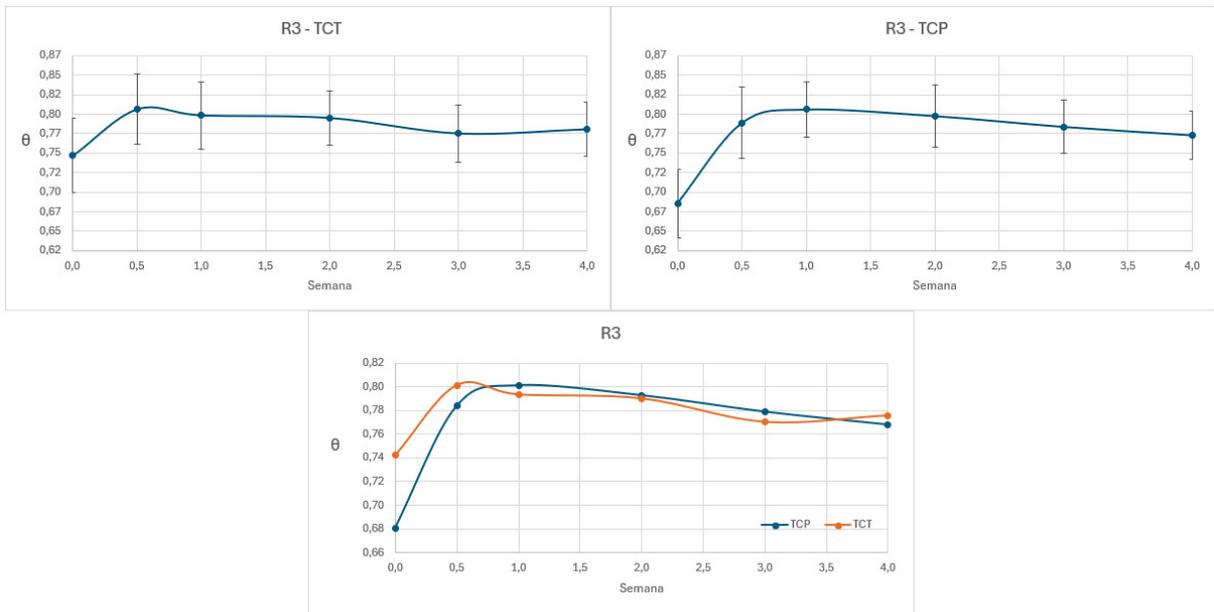
FONTE: A autora (2024).

Quanto ao comportamento individual para a área de interesse R2, o grupo TCP parte de  $\theta$  com valor 0,69, observada no pré-operatório, para 0,78 na semana 0,5 após o procedimento. Nas duas semanas seguintes esse valor se mantém o mesmo, assumindo comportamento decrescente na terceira e quarta semana de avaliação, com  $\theta$  de 0,76 e 0,75, respectivamente. Para o grupo TCT,  $\theta$  parte-se de um valor de 0,76 no pré-operatório e na primeira avaliação que foi na semana 0,5 do pós-operatório eleva-se para próximo de 0,82. Na semana 1, o valor  $\theta$  encontrado foi de 0,79, já na semana seguinte volta a subir e atinge 0,80. Nas duas últimas semanas o valor de encontrado foi de 0,78.

Novamente pode-se observar uma diferença significativa no comportamento das curvas de valores  $\theta$  porém para a área de interesse R2, o grupo TCT, assim como o grupo TCP, não atingiram o valor inicial da semana zero, ou seja, pré-operatória. O comportamento oscilatório observado em R2 para o grupo TCT sugere mais instabilidade quando comparado com o grupo TCP.

O GRÁFICO 6 traz os valores  $\theta$  da área de interesse R3, infra umbilical, ao longo das quatro semanas na representação individual dos grupos TCP e TCT, e a representação conjunta dos grupos para melhor comparação.

GRÁFICO 6 - VARIAÇÃO TEMPORAL DA TEMPERATURA ADIMENSIONAL PARA ÁREA DE INTERESSE R3



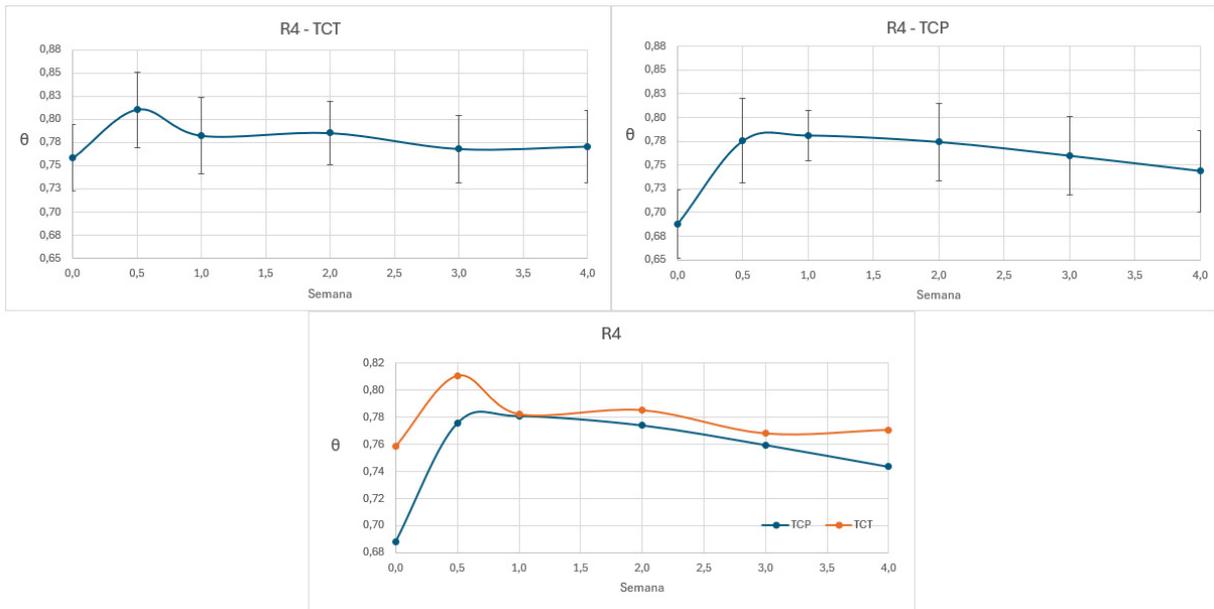
FONTE: A autora (2024).

A área de interesse R3 foi a única na qual o valor adimensional do grupo TCP foi superior, apesar de muito próxima, ao valor do grupo TCT durante a maior parte do período de avaliações semanais. Os demais comportamentos observados anteriormente continuam sendo observados, porém nota-se menor oscilação do grupo TCT e um aumento de  $\theta$  na última semana desse grupo. A tendência de queda do grupo TCP, que costumava surgir apenas na terceira semana, na área de interesse R3, surgiu a partir da segunda semana.

Individualmente, para o grupo TCP o valor de  $\theta$  pré-operatório foi de 0,68 e o primeiro pós-operatório na semana 0,5 foi de 0,78. Na primeira semana houve aumento do valor adimensional para 0,8, porém nas semanas seguintes houve queda sequencial, com valores de 0,79, 0,78 e 0,77 para a segunda, terceira e quarta semanas, respectivamente. Para o grupo TCT, houve aumento  $\theta$  de 0,74 para 0,80 na semana zero que representa o pré-operatório para o primeiro atendimento pós-operatório terceiro dia ou semana 0,5. A avaliação da semana 1 e da semana 2 resultaram valores iguais com 0,79. Na terceira semana houve outra queda para 0,77, porém na última semana ocorreu um aumento no valor  $\theta$  registrado 0,78, evidenciando que o processo para o grupo TCT não se estabilizou.

O GRÁFICO 7 traz os valores  $\theta$  da área de interesse R4, infra umbilical esquerda, ao longo das quatro semanas na representação individual dos grupos TCT E TCP, e a representação conjunta dos grupos para melhor comparação.

GRÁFICO 7 - VARIAÇÃO TEMPORAL DA TEMPERATURA ADIMENSIONAL PARA ÁREA DE INTERESSE R4



FONTE: A autora (2024).

A região R2 e R4 tem a particularidade de pertencerem a mesma altura axial do corpo, logo, dada a simetria humana, são consideradas regiões homólogas e por consequência, mais comparáveis do que as demais regiões entre si. Isso se comprova pelo comportamento muito similar dos valores  $\theta$  observadas nessas duas regiões.

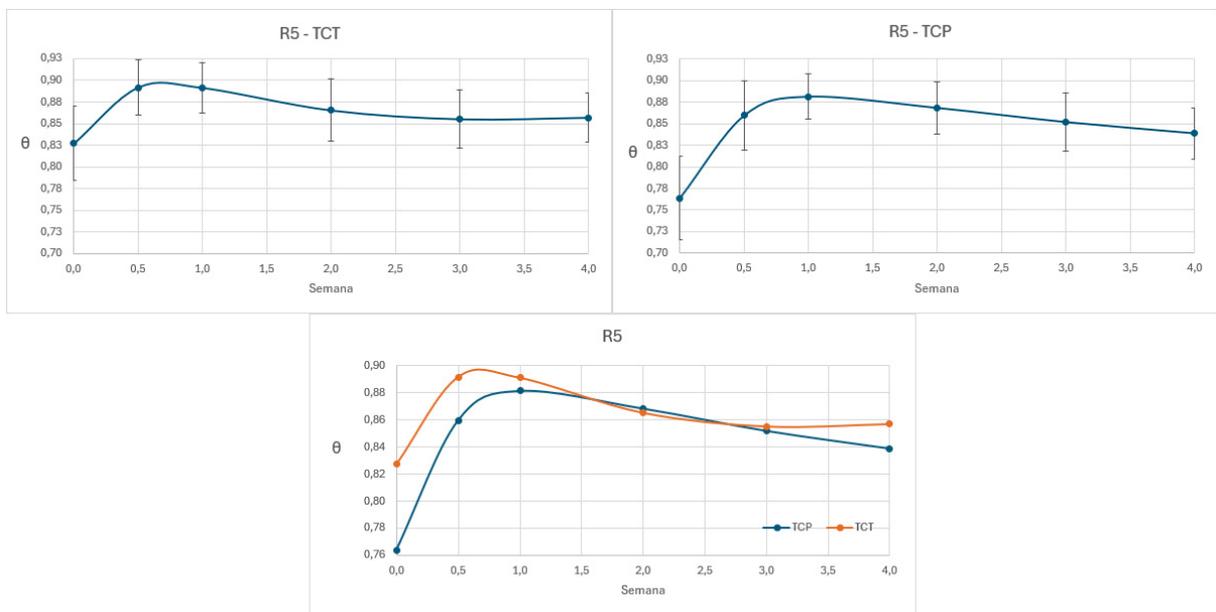
O grupo TCP parte de um valor adimensional 0,69 e atinge 0,78 na primeira avaliação pós-operatória, ou seja, semana zero. Há um aumento de  $\theta$  para 0,78 na semana 1 e em seguida uma queda progressiva nas semanas 2, 3 e 4, com valores iguais a 0,77, 0,76 e 0,74, respectivamente. Já para o grupo TCT no início semana zero para a semana 0,5 há aumento de 0,76 para 0,81. Na semana 1 ocorre queda no valor de  $\theta$  para 0,78 com ligeiro aumento na semana 2, atingindo 0,79. O  $\theta$  volta a cair na semana 3, com valor de 0,77 e em seguida volta a subir para 0,77 na quarta semana 4.

Como esperado, a análise individual das curvas de  $\theta$  para ambos os grupos é muito similar à análise feita para a área de interesse R2, com valores  $\theta$  das semanas

zero a quarta, muito similares para as áreas de interesse R2 e R4, em ambos os grupos. Nota-se, também como em R2, um comportamento mais estável e previsível dos valores  $\theta$  no grupo TCP, em relação a um comportamento oscilatório do grupo TCT

Por fim, o GRÁFICO 8 traz os valores  $\theta$  da área de interesse R5, umbilical, ao longo das quatro semanas na representação individual dos grupos controle e personalizado, e a representação conjunta dos grupos para melhor comparação.

GRÁFICO 8 - VARIAÇÃO TEMPORAL DA TEMPERATURA ADIMENSIONAL PARA ÁREA DE INTERESSE R5



FONTE: A autora (2024).

A última área de interesse a ser analisada representa área do umbigo. Essa é uma região particular pela irregularidade da superfície formando uma área cicatricial concava que necessita em ambos os grupos a mesma proteção com preenchimento de gaze ou algodão para que se mantenha a profundidade e a forma de um novo umbigo.

Para o grupo TCP o valor  $\theta$  partiu de 0,76 no pré-operatório, atingiu 0,86 na primeira avaliação pós-operatória e 0,88 na semana 1. Após o comportamento de elevação do valor adimensional, há uma queda continua nas semanas seguintes, com registros de  $\theta$  iguais a 0,87, 0,85 e 0,84 para as semanas 2, 3 e 4, respectivamente. O grupo TCT tem seu valor de  $\theta$  em 0,83 na avaliação pré-operatória. Há um aumento

para 0,89 na primeira avaliação pós-operatória e esse valor se mantém para a avaliação na semana 1. Posteriormente o valor de  $\theta$  cai para 0,86 na semana 2 e segue em queda até atingir 0,86 na semana 3. E na última semana apresenta mais um aumento para 0,86.

Observa-se que o comportamento dos valores adimensionais da área de interesse R5 destoa do que foi observado nas demais áreas no tocante a oscilação entre os grupos, porém ainda se verifica a tendência a instabilidade do valor de  $\theta$  no grupo TCT devido à ausência de queda do valor  $\theta$  da terceira para a quarta semana, em oposição ao comportamento padrão observado no grupo TCP, no qual houve indícios de queda contínua nas últimas semanas para todas as áreas de interesse.

Nos últimos cinco gráficos analisados foi possível observar que o grupo TCP demonstrou uma queda consistente no valor adimensional após um pico inicial, sem oscilações, sugerindo uma recuperação tecidual mais controlada e previsível. Em contraste, o grupo TCT, apesar de também apresentar queda nos valores  $\theta$  após o pico térmico pós-operatório, o fez de forma oscilatória, alternando entre elevação e diminuição, além de apresentar elevação ou constância nos valores finais, o que pode indicar uma recuperação menos controlada, na qual pode haver sobreposição de etapas de cicatrização, com regiões das áreas de interesse apresentando inflamação tardia.

Quanto à velocidade de recuperação, a análise dos valores de  $\theta$  nos gráficos R1 a R5 mostrou que o grupo TCP parece promover uma normalização térmica mais rápida, uma vez que as observações dos valores nas duas últimas semanas se mantiveram mais estáveis e com queda na quarta semana em todas as regiões do abdômen. Já o grupo TCT demonstra precisar mais que quatro semanas para que se possa afirmar uma tendência para estabilização no valor, visto que o comportamento nas semanas finais foi de aumento nos valores. É importante ressaltar que a velocidade de normalização da temperatura não reflete, necessariamente, a qualidade final do resultado estético pretendido.

Mesmo que as análises dos valores  $\theta$  sejam válidas para verificar a resposta térmica dos grupos no período proposto, houve diferença nos valores pré-operatório entre os grupos e o comportamento aparentemente oscilatório de um grupo e mais uniforme de outro levaram a necessidade de uma análise mais detalhada da variação

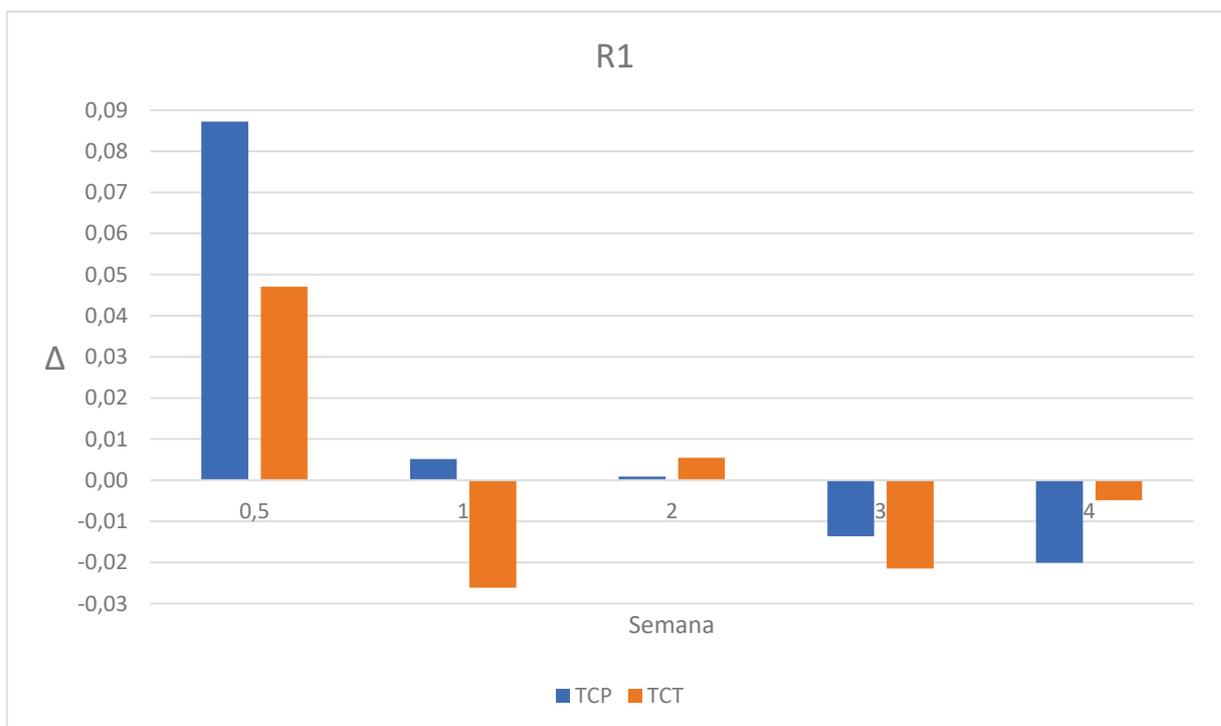
em relação aos valores adimensionais previstos. Para isso optou-se por calcular a mudança percentual em relação às medições da avaliação anterior.

$$\Delta = \frac{\theta_i - \theta_{i-1}}{\theta_{i-1}} \quad (6)$$

onde Equação (6) representa  $\Delta$  como a variação do valor adimensional da semana em observação em relação ao valor na semana anterior,  $\theta$  é a temperatura adimensional média e  $i$  se refere a semana analisada. Com os valores de  $\Delta$  para cada semana foram criados cinco gráficos para cada uma das regiões de interesse, com os valores de  $\Delta$  representados no eixo y e os valores referentes as semanas de avaliação no eixo x, é importante destacar que a semana zero, pré-cirúrgica, não foi incluída visto que não há valor prévio para comparação.

O GRÁFICO 9 traz a variação da temperatura adimensional,  $\theta$ , em relação a avaliação da semana imediatamente anterior, para a área de interesse R1.

GRÁFICO 9 – VARIAÇÃO DA TEMPERATURA ADMENSIONAL EM RELAÇÃO À AVALIAÇÃO ANTERIOR PARA A ÁREA DE INTERESSE R1



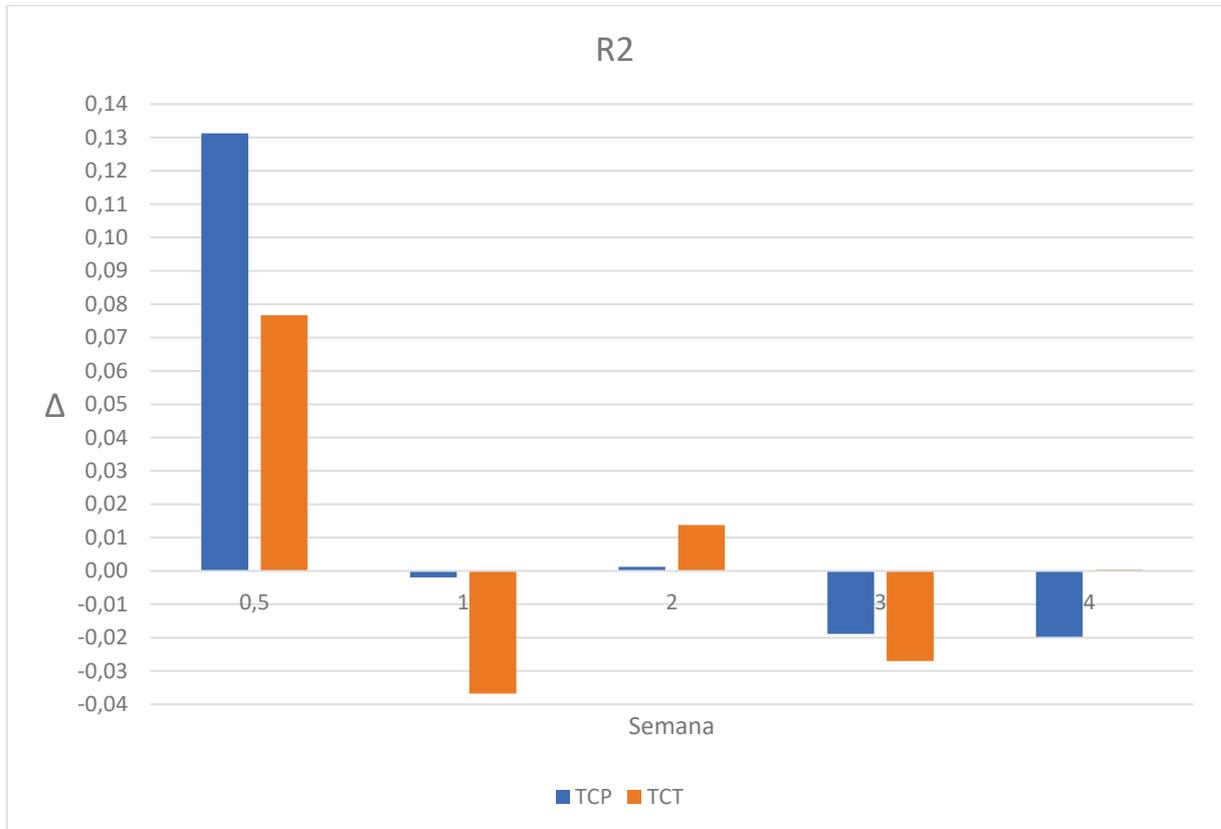
FONTE: A autora (2024).

Na semana 0,5 ou seja primeira avaliação pós-cirurgia o grupo TCP apresentou um aumento de 8,7% em comparação à temperatura pré-cirurgia, frente a um aumento de 4,7% para o grupo TCT. Na semana um em relação a semana 0,5 o grupo TCP manteve uma variação positiva, porém em intensidade muito menor, com aumento de 0,5%. O grupo TCT, por outro lado, apresentou uma variação negativa de -2,6%, com queda da temperatura em relação a semana 0,5. A semana dois após o procedimento cirúrgico mostra uma estabilização da temperatura para o grupo TCP, com variação inferior a 0,1%, enquanto para o grupo TCT houve um novo aumento da temperatura, com variação de 0,5% em relação a temperatura da semana anterior. Para as duas últimas semanas ambos os grupos apresentaram variação negativa, com diminuição da temperatura em relação a semana imediatamente anterior. O grupo TCP apresentou queda de 1,4% na semana três e de 2% na semana quatro, enquanto o grupo TCT apresentou queda de 2,1% e 0,5% nas mesmas semanas, respectivamente.

Quando são comparadas as variações fica ainda mais evidente o comportamento oscilatório do grupo TCT, com variações positivas e negativas alternadas. Já para o grupo TCP destaca-se a tendência de uma variação com valores cada vez menores, indicando um comportamento mais previsível e etapas de cicatrização mais bem definidas, o que pode levar a uma recuperação tecidual mais adequada.

O GRÁFICO 10 traz a variação da temperatura adimensional,  $\theta$ , em relação a avaliação da semana imediatamente anterior, para a área de interesse R2.

GRÁFICO 10 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA ADMENSIONAL EM RELAÇÃO À AVALIAÇÃO ANTERIOR PARA A ÁREA DE INTERESSE R2



FONTE: A autora (2024).

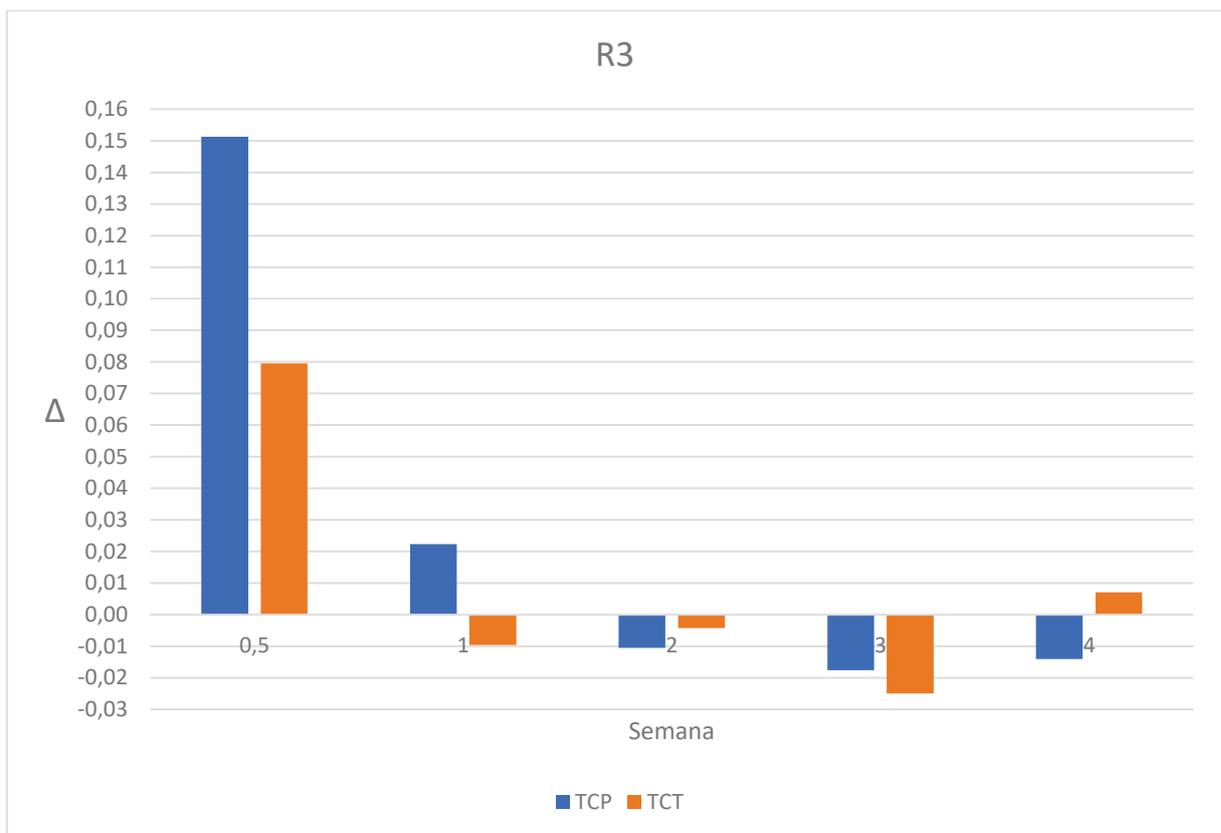
Para a área de interesse R2, na semana 0,5 pós-cirurgia, o grupo TCP apresentou uma variação de 13,1% em relação a semana zero e o grupo TCT apresentou variação de 7,7%, caracterizando o aumento de  $\theta$  já observado anteriormente. Para o grupo TCP, nas semanas um e dois há manutenção da temperatura, com pequena variação de -0,2% e 0,1%, respectivamente. Enquanto o grupo TCT traz oscilação com redução de 3,7% na semana um e aumento de 1,4% na semana dois. Na semana 3, ambos os grupos tiveram redução, com  $\Delta$  de -1,9% para o grupo TCP e -2,7% para o grupo TCT. Já na última semana há estabilização para o grupo TCT e redução de 2% para o grupo TCP.

Ao analisar o comportamento das curvas, identifica-se que no grupo TCP o pico de temperatura foi atingido logo na semana 0,5, com posterior estabilização na segunda semana e por fim redução da temperatura, o que estaria associado ao fim do ciclo inflamatório da cicatrização. Já no grupo TCT houve oscilação da variação da

temperatura, com possível estabilização ao fim do período de observação, essa instabilidade térmica sugere uma resposta menos controlada ao tratamento, o que pode indicar uma cicatrização mais irregular.

O GRÁFICO 11 traz a variação da temperatura adimensional,  $\theta$ , em relação a avaliação da semana imediatamente anterior, para a área de interesse R3.

GRÁFICO 11 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA ADMENSIONAL EM RELAÇÃO À AVALIAÇÃO ANTERIOR PARA A ÁREA DE INTERESSE R3



FONTE: A autora (2024).

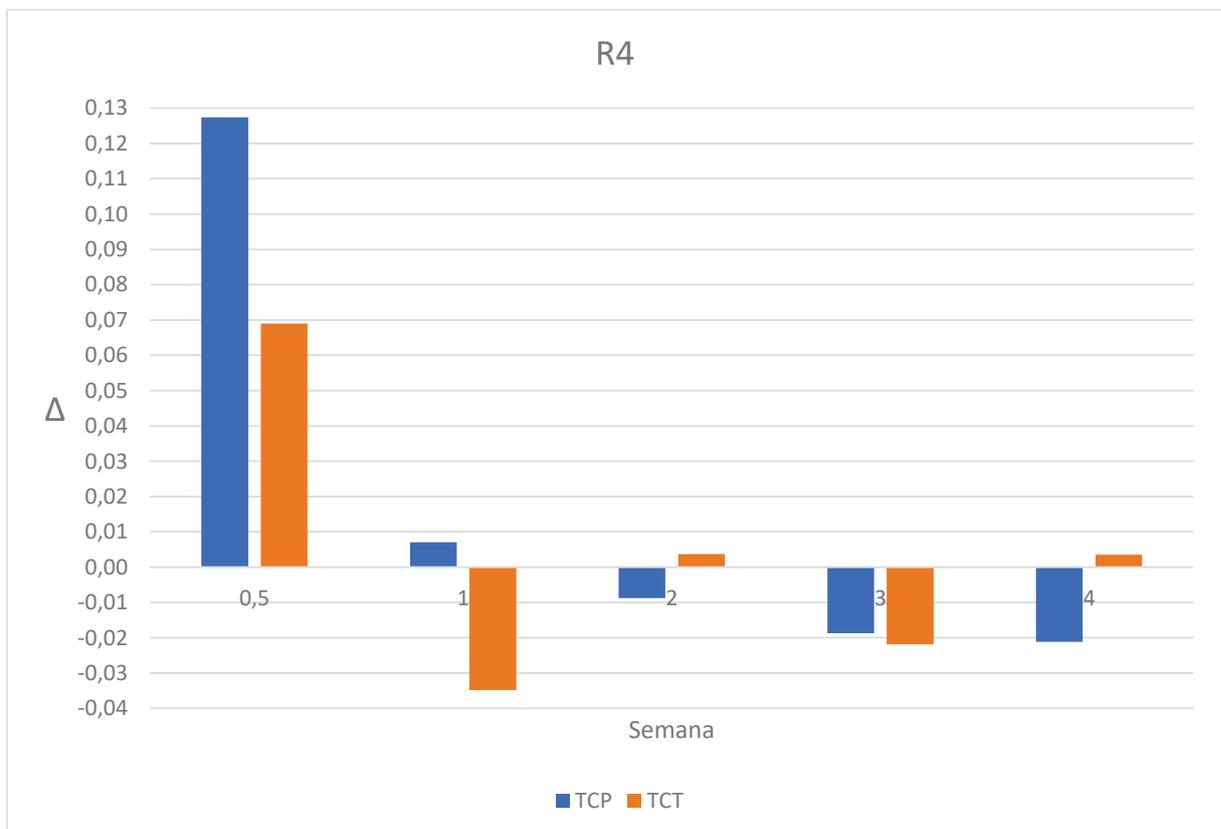
Para a área de interesse infra umbilical, observa-se o maior aumento percentual de temperatura do grupo TCP, com 15,1% na semana 0,5. O grupo TCT mostrou um aumento de 7,9% no mesmo período. Na primeira semana o grupo TCP teve redução da variação, mas que ainda se manteve positiva, com  $\Delta$  de 2,2%, já o grupo TCT apresentou uma variação negativa de 1%, indicando uma leve queda na temperatura. Na segunda semana houve uma queda de 1,1% na temperatura média adimensional para o grupo TCP e, para o grupo TCT, diferentemente do observado nas

demais áreas de interesse, foi obtido um  $\Delta$  de -0,4%, o que indica uma pequena diminuição na temperatura. Na terceira semana tanto para o grupo TCP quanto para o grupo TCT o  $\Delta$  encontrado foi negativo, com valor de -1,8% e -2,5%, respectivamente. Na última semana a tendência de queda da temperatura se manteve para o grupo TCP, com  $\Delta$  de -1,4%, porém para o grupo TCT houve um aumento de 0,7% no  $\theta$  em relação à semana anterior.

Novamente é possível destacar instabilidade no comportamento térmico do grupo TCT, mesmo que em menor intensidade do que nas demais áreas de interesse e sem inversão da variação na segunda, como havia sido observado em R1 e R2. O comportamento do grupo TCP segue um padrão que permite previsibilidade e indica melhor controle sobre o processo de cicatrização.

O GRÁFICO 12 traz a variação da temperatura adimensional,  $\theta$ , em relação a avaliação da semana imediatamente anterior, para a área de interesse R4.

GRÁFICO 12 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA ADMENSIONAL EM RELAÇÃO À AVALIAÇÃO ANTERIOR PARA A ÁREA DE INTERESSE R4



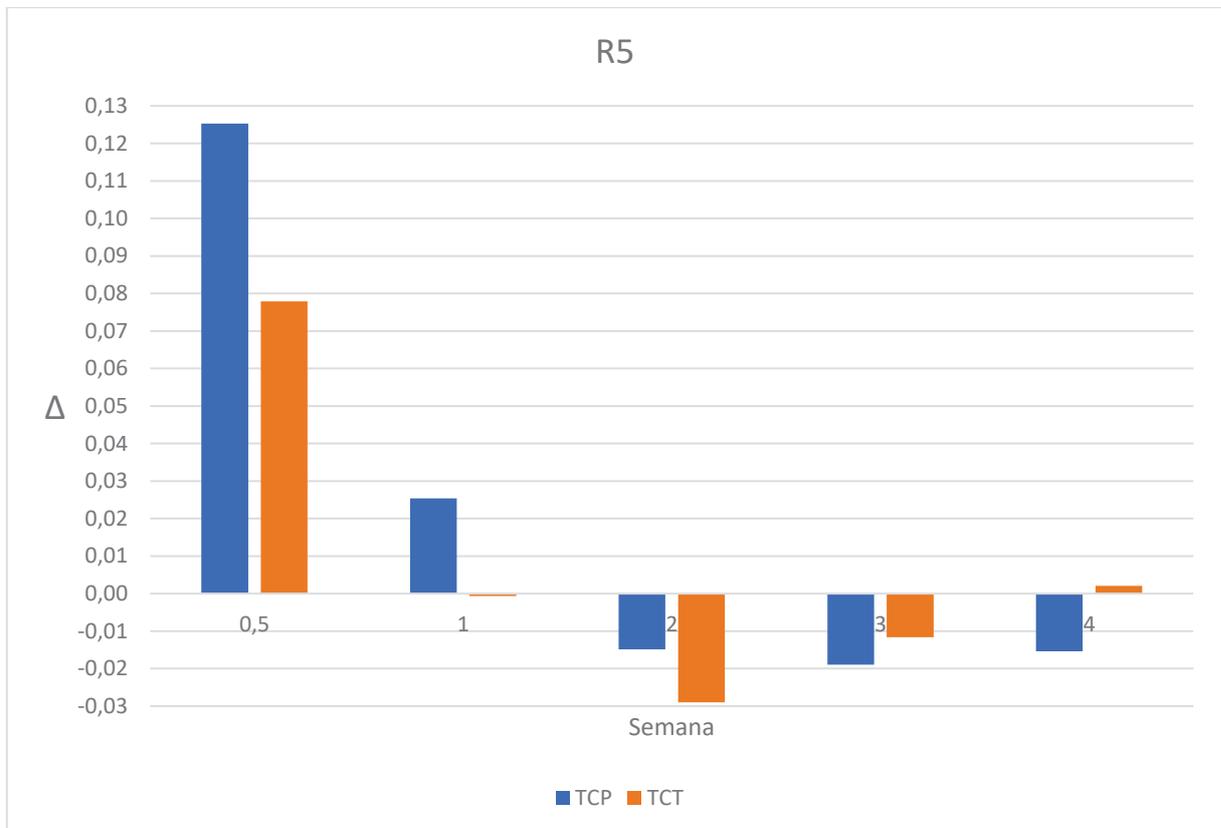
FONTE: A autora (2024).

A área de interesse R4, homóloga a R2, traz um comportamento da variação de  $\theta$  ao observado no GRÁFICO 10. Há um aumento de 12,7% para o grupo TCP, na semana 0,5 pós-operatória quando comparada a semana zero. Em seguida, na primeira semana há um leve aumento de 0,7%. em relação a semana 0,5. A partir da segunda semana inicia-se, de forma discreta, a diminuição da temperatura adimensional média, com um  $\Delta$  de -0,9%. Nas últimas duas semanas há redução de 1,9% e 2,1%, respectivamente. Já para o grupo TCT o aumento pós-operatório imediato é mais discreto, com  $\Delta$  de 6,9%. Na primeira semana há diminuição da temperatura, com redução de 3,5%. Para a segunda semana segue uma tendência de estabilização da temperatura, com  $\Delta$  de 0,4%, seguido por um  $\Delta$  de -2,2% na terceira semana. Por fim, na quarta semana o valor de variação encontrado é igual ao da segunda semana, ou seja 0,4%.

Ao analisar o comportamento das curvas, identifica-se um comportamento muito similar ao observado para a área de interesse R2, com pequena diminuição no caráter oscilatório do grupo TCT. Para o grupo TCP segue mantida a tendência a uma diminuição controlada e previsível da variação adimensional.

O GRÁFICO 13 traz a variação da temperatura adimensional,  $\theta$ , em relação a avaliação da semana imediatamente anterior, para a área de interesse R5.

GRÁFICO 13 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA ADMENSIONAL EM RELAÇÃO À AVALIAÇÃO ANTERIOR PARA A ÁREA DE INTERESSE R5



FONTE: A autora (2024).

Por fim, a área de interesse R5, que representa a região umbilical, traz a variação adimensional para o grupo TCP, no qual encontrou-se um  $\Delta$  de 12,5% na semana 0,5 e 2,5% na semana 1, porém na semana dois essa variação observada foi de -1,5%, representando a queda de temperatura para o grupo TCP para essa semana. A tendência a queda é mantida nas semanas três e quatro, com valores de  $\Delta$  iguais a -1,9% e -1,5%, respectivamente. Já para o grupo TCT, o pico da variação é de 7,8% na semana 0,5, se estabilizando na segunda semana, com um  $\Delta$  de -0,1%. Para as semanas dois e três há queda de  $\theta$ , com valores de  $\Delta$  iguais a -2,9% e -1,2%, respectivamente. Na quarta semana apresenta um  $\Delta$  igual a 0,2%.

Seguindo o que foi observado para o comportamento de  $\theta$  da área de interesse R5, o grupo TCT parece não apresentar um comportamento oscilatório acentuado, com a variação da temperatura seguindo uma tendência a estabilização nas últimas semanas. Já para o grupo TCP há indicação de continuação na variação negativa

da temperatura e conseqüente continuação do processo cicatricial sem processos inflamatórios.

Quando analisados em conjunto, os GRÁFICOS 9, 10, 11, 12 e 13, trazem algumas informações relevantes. A primeira é quanto ao aumento inicial significativo na semana 0,5, o qual pode estar relacionado a uma resposta inflamatória aguda após a intervenção, seguida por uma estabilização nas semanas subseqüentes. A partir da terceira semana, observa-se uma tendência de queda, o que pode indicar a normalização do processo inflamatório e o início da cicatrização.

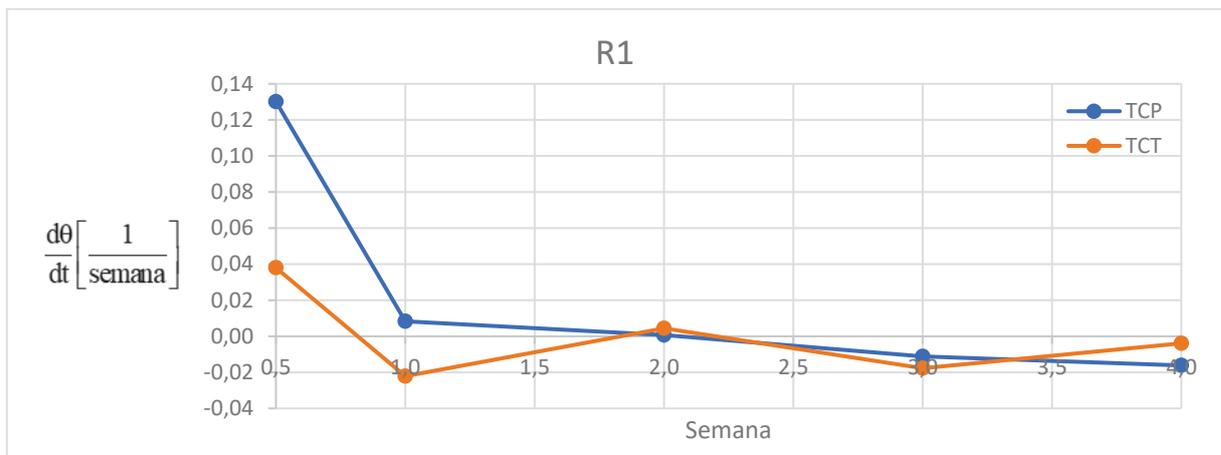
A análise dos gráficos R1 a R5 de barras representados por  $\Delta$ , evidência que o tratamento do grupo TCP foi mais eficaz na estabilização térmica e na promoção de uma recuperação tecidual mais previsível e controlada. Nas semanas finais, o grupo TCP apresentou quedas significativas de temperatura, indicando um estágio avançado de cicatrização. Em contraste, o grupo TCT ainda mostrou elevações de  $\Delta$  em algumas regiões, sugerindo uma recuperação incompleta e menos uniforme. Essa oscilação térmica no grupo TCT pode estar associada a uma cicatrização menos eficiente, o que é especialmente relevante em cirurgias estéticas, onde a uniformidade da cicatrização, como observada no grupo TCP, é essencial para alcançar resultados estéticos superiores e maior satisfação.

Outra observação possível em relação ao comportamento térmico do grupo TCP é de que a compressão realizada nesse tratamento não parece realizar qualquer tipo de problema circulatório local. O senso comum pode levar a presumir que um tratamento compressivo poderia ser prejudicial ao impedir o fluxo adequado de sangue, porém os valores de  $\Delta$  obtidos para o grupo TCP indicam exatamente o oposto, visto que em todas as áreas há um aumento de temperatura, na avaliação pós-operatória imediata, superior ao aumento observado no grupo TCT, logo, se há aumento da temperatura, não há sinais que possam indicar uma isquemia local.

Para avaliar a tendência e a intensidade das variações térmicas ao longo do tempo. Criaram-se mais cinco gráficos da derivada de  $\theta$  em relação ao tempo usando o método de Forward Euler em cada semana após a abdominoplastia, um para cada área de interesse. Isso permitiu assim observar a inclinação da curva térmica para cada semana e avaliar a evolução da recuperação tecidual em termos de estabilidade ou instabilidade térmica. A magnitude da derivada é diretamente proporcional à inclinação da curva térmica, logo, a partir dos valores positivos e negativos obtidos pode-

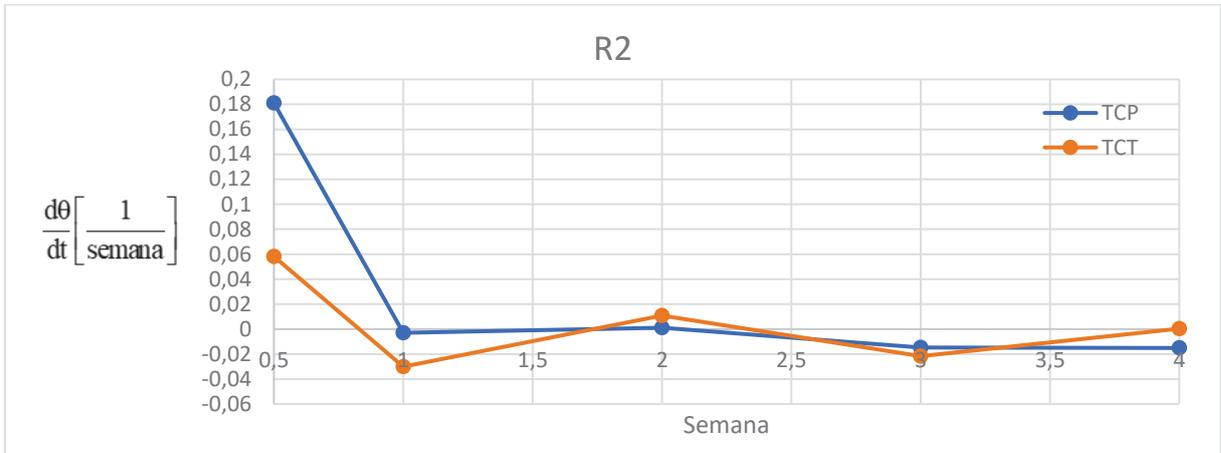
se avaliar a variação de  $\theta$ . O comportamento esperado para as participantes é de que haja inicialmente valores positivos, os quais indicam aumento da temperatura dada a etapa inflamatória do processo cicatricial, seguidos por valores negativos, indicando a resolução do processo inflamatório com diminuição da temperatura e posteriormente nulos, ou seja, com alcance do equilíbrio térmico.

GRÁFICO 14 – DERIVADA DE  $\theta$  EM RELAÇÃO AO TEMPO PARA R1



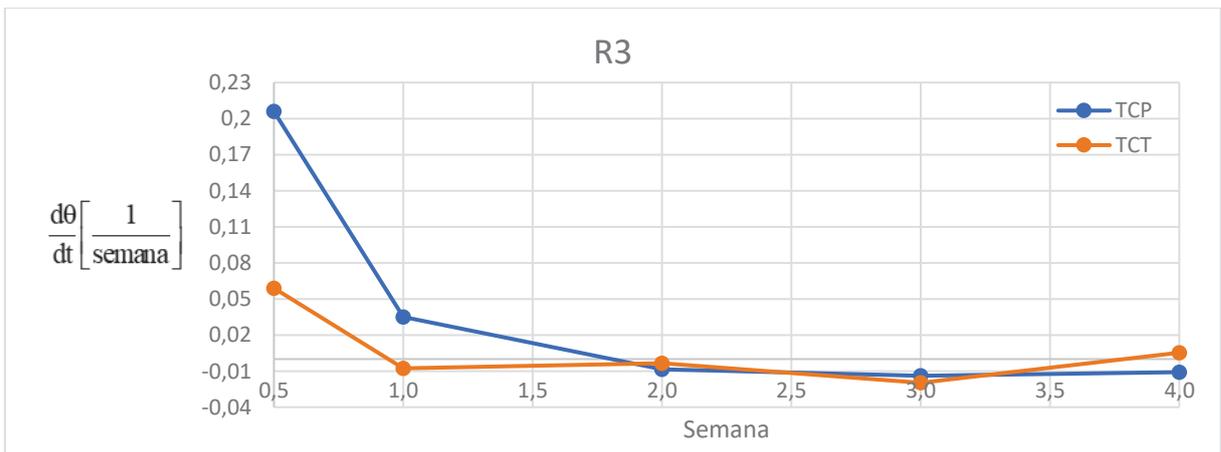
FONTE: A autora (2024).

O GRÁFICO 14 mostra o comportamento da derivada na área R1, onde ambos os grupos apresentaram uma tendência inicial ascendente. No entanto, o grupo TCP, a partir da semana 1, mostrou uma tendência descendente e constante até a última semana. Por outro lado, o grupo TCT exibiu uma inclinação abaixo do eixo zero na primeira semana, seguido de uma inclinação ascendente na segunda semana, voltando a descer na terceira semana e apresentando uma inclinação novamente ascendente na quarta semana. Esse comportamento oscilatório sugere que o controle da inflamação e a recuperação tecidual no grupo TCT podem não ser tão eficazes quanto no grupo TCP.

GRÁFICO 15 - DERIVADA DE  $\theta$  EM RELAÇÃO AO TEMPO PARA R2

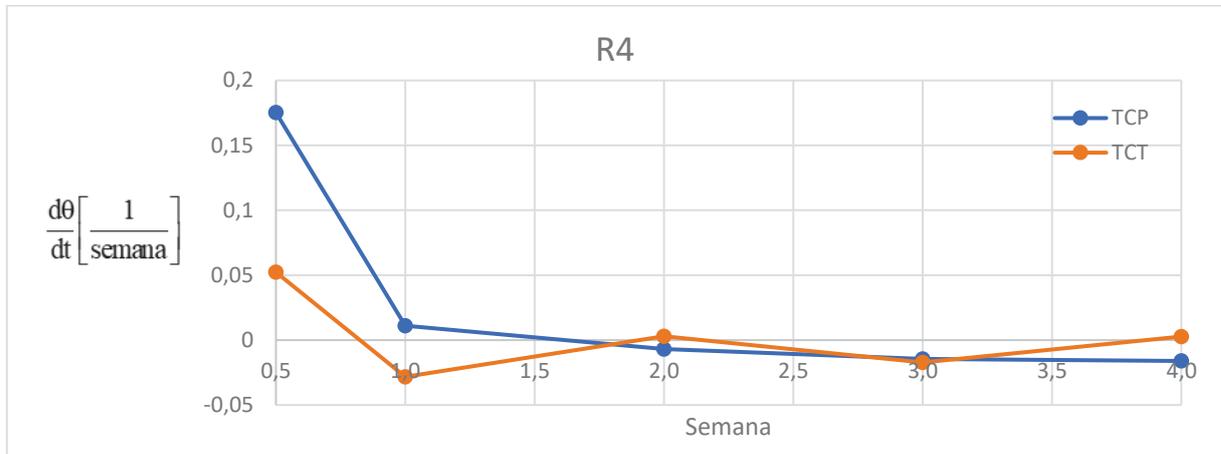
FONTE: A autora (2024).

O GRÁFICO 15 mostra o comportamento da derivada na área R2, assim como no gráfico anterior, onde ambos os grupos apresentaram uma tendência inicial ascendente. O grupo TCP demonstrou uma tendência mais linear, ou seja, com menores inclinações. E o grupo TCT apresentou novamente um comportamento oscilatório.

GRÁFICO 16 - DERIVADA DE  $\theta$  EM RELAÇÃO AO TEMPO PARA R3

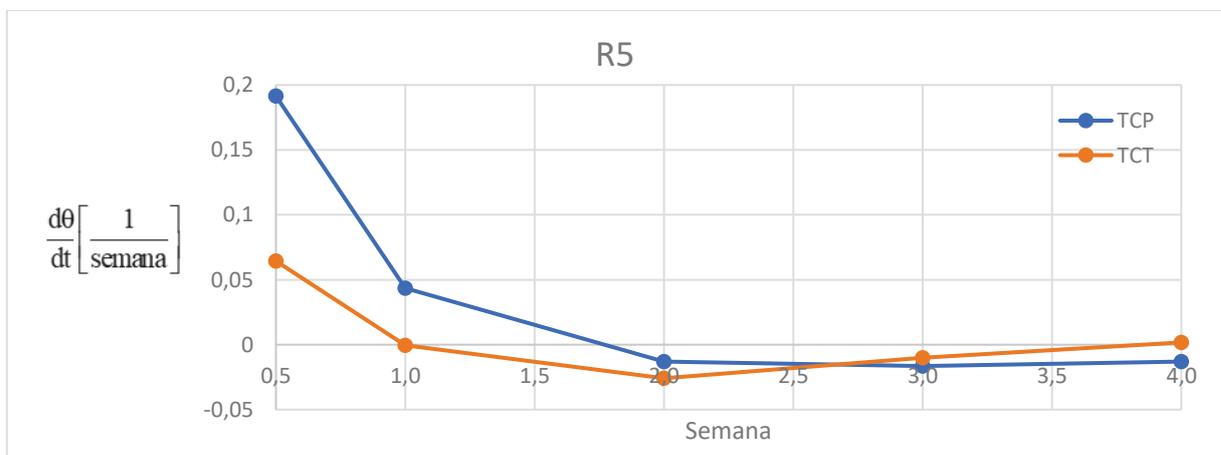
FONTE: A autora (2024).

O GRÁFICO 16, da derivada de  $\theta$  em relação ao tempo para a região R3, infra umbilical central, mostrou que o grupo TCP apresentou temperaturas levemente superiores às do grupo TCT ao longo de todas as semanas, porém com tendência linear. No grupo TCT, observou-se uma oscilação menor em relação aos gráficos 14 e 15.

GRÁFICO 17 - DERIVADA DE  $\theta$  EM RELAÇÃO AO TEMPO PARA R4

FONTE: A autora (2024).

Analisando o GRÁFICO 17, para a região R4, infra umbilical direita, observa-se uma grande similaridade com o gráfico da área R2, devido à correspondência homóloga entre as regiões. A principal diferença está na magnitude da semana 1, onde o grupo TCP ainda apresentou aumento de temperatura, dada a derivada positiva, mas com uma tendência a linearidade no comportamento da derivada de  $\theta$  nas semanas seguintes, conforme demonstrado nos gráficos anteriores. O grupo TCT mostrou-se com o mesmo comportamento da área de interesse R2, ou seja, oscilatório.

GRÁFICO 18 - DERIVADA DE  $\theta$  EM RELAÇÃO AO TEMPO PARA R4

FONTE: A autora (2024).

O GRÁFICO 18, de derivada para a região R5, umbigo, mostra menor magnitude a diferença entre os grupos, mesmo assim após a segunda semana o grupo TCP reafirmou seu comportamento com tendência menos imprevisíveis em relação aos grupos TCT.

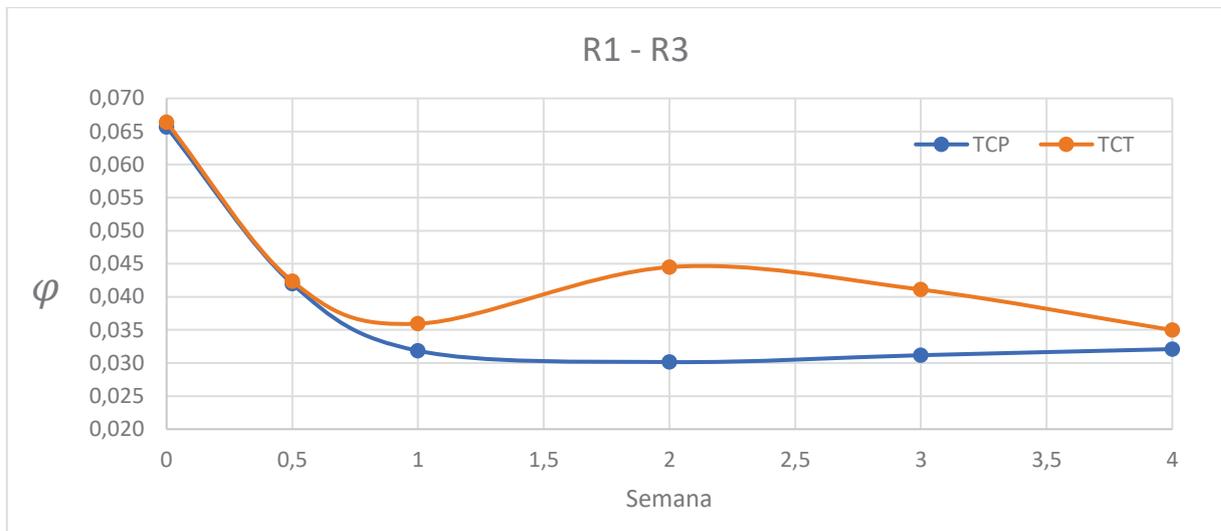
A análise dos cinco gráficos de derivada revela uma clara tendência de variação térmica mais previsível no grupo TCP em comparação com o grupo TCT, o que reflete uma recuperação tecidual mais eficiente e controlada. Assim como nos gráficos de variação delta, o grupo TCP mostrou menores oscilações térmicas ao longo do tempo. Por outro lado, o grupo controle TCT apresentou tendências mais oscilatórias com ascensão nos valores das derivadas nas últimas semanas, ou seja, maior instabilidade térmica. Esses resultados corroboram a hipótese de que o tratamento empregado ao grupo TCP promove uma cicatrização mais controlada, o qual minimiza as oscilações térmicas que podem estar associadas a complicações pós-operatórias.

Após as análises das temperaturas e suas variações, para cada área de interesse, foram verificadas as diferenças entre os valores adimensionais que representam as temperaturas médias das áreas opostas em torno do umbigo, resultando em dois novos gráficos, nos quais há representação da diferença, em módulo, a temperatura média adimensional  $\theta$ , entre as áreas de interesse em questão, sendo  $\varphi$ , no eixo y e o tempo de observação, em semanas, no eixo x.

A diferença absoluta entre  $\theta$  das áreas homólogas,  $\varphi$ , pode ser um indicador precoce de complicações, visto que a redução do fluxo sanguíneo ao redor das incisões cirúrgicas, que resulta em diminuição da oxigenação e do aporte de nutrientes, pode ser detectada termograficamente antes mesmo que sinais visuais se manifestem na pele. Aumento da temperatura local também pode ser um indício de processo inflamatório inicial. Assim, a diferença de temperatura representada por  $\varphi$  entre essas regiões pode fornecer informações importantes quanto a comportamentos inesperados durante a recuperação tecidual, já que é improvável que as mesmas alterações ocorram simetricamente em caso de complicação. Também pode-se listar, entre as vantagens da comparação de lados homólogos, é a independência de condições externas como a temperatura ambiente e emissividade da pele, dada que esses fatores afetariam ambas as regiões da mesma forma.

O GRÁFICO 19 compara as diferenças de temperatura entre as regiões supra umbilical, R1, e infra umbilical central, R3.

GRÁFICO 19 – DIFERENÇA ENTRE A TEMPERATURA ADMENSIONAL MÉDIA DAS ÁREAS DE INTERESSE R1 E R3



FONTE: A autora (2024).

As áreas de interesse R1 e R3 não são precisamente homólogas entre si, visto que a simetria do corpo humano se dá apenas em relação ao plano mediano, que divide o corpo entre direita e esquerda. Porém, a análise de diferença entre as temperaturas dessas regiões pode ser feita com base no valor pré-operatório, o qual indicaria a diferença já existe em um participante saudável.

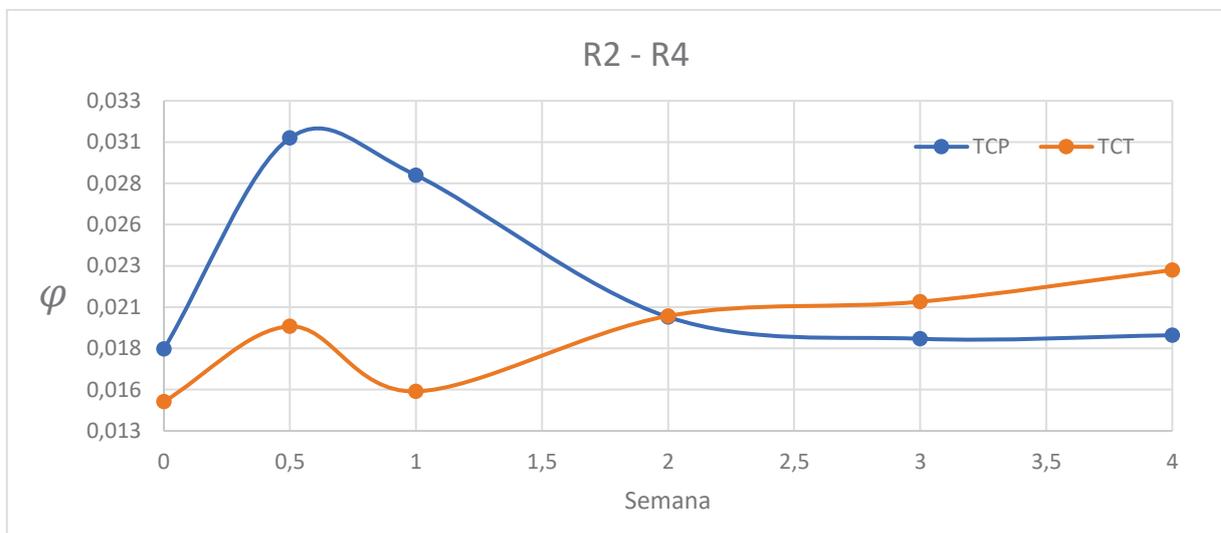
Nota-se que, apesar da diferença observada para  $\theta$  na semana zero, para o grupo TCP e grupo TCT, quando comparadas as áreas R1 e R3, o valor encontrado para  $\varphi$  é praticamente o mesmo. Também pode-se observar que para ambos os grupos houve uma diminuição de  $\varphi$ , de 0,065 para aproximadamente 0,035 após o procedimento cirúrgico. Isso se deve, provavelmente, à natureza do procedimento de abdominoplastia, no qual há remoção da pele que constituía a área de interesse R3 e substituição pela pele que recobria a área R1, o que parece ter homogeneizado a temperatura entre essas duas áreas.

A diferença entre os grupos, novamente, está associada ao comportamento da temperatura durante o período de avaliação, no qual observa-se uma oscilação de  $\varphi$  para o grupo TCT, com diminuição da diferença até a semana 1, aumento até a semana 2 e posterior diminuição nas duas semanas seguintes. Para o grupo TCP há uma diminuição acentuada até a semana 1, suavização da diminuição para a semana 2 e posterior estabilização, com leve aumento, para as semanas seguintes. Pode-se,

portanto, afirmar que o comportamento térmico em relação as áreas R1 e R3 foi mais uniforme para o grupo TCP do que para o grupo TCT, mesmo que em ambos se tenha partido do mesmo valor pré-operatório e atingido valores muito próximos após 4 semanas.

Já o GRÁFICO 20 traz a diferença da temperatura média adimensional entre as regiões infra umbilical direita, R2, e infra umbilical esquerda, R4.

GRÁFICO 20 - DIFERENÇA ENTRE A TEMPERATURA ADMENSIONAL MÉDIA DAS ÁREAS DE INTERESSE R2 E R4



FONTE: A autora (2024).

Para as áreas R2 e R4 a análise de  $\varphi$  é ainda mais relevante, visto que são regiões verdadeiramente homólogas, simétricas em relação ao plano mediano, e que sofreram influência idêntica, ou ao menos muito semelhante, do procedimento de abdominoplastia.

Nota-se que há diferença entre os valores pré-operatórios dos grupos TCT e TCP, com  $\varphi$  sendo aproximadamente 0,003 superior para o grupo TCP. Também há diferença quanto ao comportamento para ambos os grupos e valores finais após quatro semanas de avaliação. Para o grupo TCT, parte-se de um  $\varphi$  de aproximadamente 0,015 e há aumento de  $\varphi$  para 0,023 ao fim do período de 4 semanas, com uma trajetória oscilante, na qual há um aumento para pouco mais que 0,019 na semana 0,5 pós-operatória, recuo para o valor pré-operatório na semana 1 e posterior aumento

contínuo até o final da quarta semana, sem demonstrar tendência ao equilíbrio no período observado. Já o grupo TCP partiu de um valor de 0,018 para  $\varphi$  na semana zero, pré-operatória, sofreu grande elevação para um  $\varphi$  de 0,031 na semana 0,5 pós-operatória e posterior queda nas semanas 1 e semana 2, com valores de 0,029 e 0,020 respectivamente. Nas semanas 3 e 4 o valor observado de  $\varphi$  manteve-se estável pouco inferior a 0,019.

Analisando o comportamento de  $\varphi$  para as regiões R2 e R4, pode-se afirmar que a performance do grupo TCP foi superior à performance obtida pelo grupo TCT. Além de oscilar menos em relação ao grupo TCT, o grupo TCP teve o valor de  $\varphi$ , ao final do período avaliativo, muito próximo ao valor encontrado antes do procedimento cirúrgico. Esse comportamento não foi observado no grupo TCT, com aumento de  $\varphi$  após o período avaliativo. Era esperado que não houvesse aumento de  $\varphi$ , visto que a abdominoplastia afeta as áreas R2 e R4 de maneira igual, logo, é razoável assumir que o tratamento empregado no grupo TCP trouxe uma recuperação tecidual mais uniforme do que o tratamento empregado no grupo TCT.

Os GRÁFICOS 19 e 20 permitem ainda afirmar que a análise do abdômen por quadrantes, ou áreas de interesse, é fundamental no contexto de acompanhamento da evolução do pós-operatório. A análise da temperatura geral do abdômen total por si só pode trazer informações importantes, porém a análise em quadrantes permite, também, a comparação entre regiões homólogas. De acordo com o manual de termografia médica, quanto maior a diferença térmica entre regiões, mais sugestiva é a existência de lesão. Esses achados reforçam a importância de controlar a variação térmica  $\varphi$  para minimizar riscos de complicações na cicatrização.

## **5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES**

Esta dissertação realizou uma pesquisa experimental comparando a eficácia de técnicas compressivas no reparo cicatricial de cirurgias plásticas de abdômen, utilizando a análise térmica por imagem infravermelha para monitorar a resposta cicatricial em dois grupos: um submetido ao tratamento de compressão grupo TCP e grupo TCT.

A conclusão sobre o desenvolvimento da metodologia destaca que a análise do abdômen por quadrantes é essencial para o acompanhamento da cicatrização pós-operatória. Embora a análise da temperatura geral do abdômen forneça informações valiosas, a divisão em áreas de interesse permite comparações detalhadas entre regiões. Diferenças térmicas maiores entre regiões indicam maior risco de lesão, reforçando a importância de controlar variações térmicas em quadrantes para minimizar complicações. O protocolo de coleta de imagens, tanto térmicas quanto digitais, incluindo posicionamento, controle de temperatura ambiente, demonstrou uma abordagem eficiente para análises cicatriciais em abdominoplastia.

Os resultados demonstraram que o grupo TCP proporcionou uma recuperação mais previsível, com comportamentos mais lineares e condizentes com as etapas de cicatrização.

Em contraste, o grupo TCT apresentou maior variabilidade térmica com comportamento gráfico mais oscilatório.

No entanto, é essencial que os protocolos de monitoramento térmico sejam mantidos e aprimorados, garantindo que nenhum paciente seja liberado prematuramente enquanto ainda houver sinais de atividade inflamatória.

Para otimizar o uso da análise térmica, recomenda-se que futuros estudos ampliem a amostra para validar os achados em uma população maior e mais diversificada, além de realizar estudos com acompanhamento superior a 4 semanas, a fim de determinar quando é atingido e qual o novo equilíbrio térmico das técnicas de reabilitação aplicadas. A integração de tecnologias avançadas de monitoramento térmico em tempo real pode permitir ajustes imediatos no tratamento, potencializando a personalização das compressões. Também é sugerido comparar o grupo TCP com outras técnicas emergentes de compressão e investigar variáveis adicionais, como a qualidade de vida e a percepção de dor dos pacientes, para uma compreensão mais holística dos benefícios do grupo TCP. Essas iniciativas visam aprimorar os protocolos de compressão personalizada e maximizar os resultados clínicos.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, G. P. Z. *et al.* Complicaciones frecuentes post operatorias en abdominoplastia. **RECIMUNDO**, p. 106–115, jun. 2020.

**Aprendendo Patologia.** Disponível em: <<https://aprendendopatologiaa.blogspot.com/search?q=fibrose>>. Acesso em: 9 dez. 2022.

AUERSVALD, A.; AUERSVALD, L. A.; BIONDO-SIMÕES, M. DE L. P. Rede hemostática: uma alternativa para a prevenção de hematoma em ritidoplastia. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, v. 27, n. 1, p. 22–30, mar. 2012.

AZULAY, D. R.; AZULAY, R. D. **Dermatologia**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara, 2004.

BARCELOS, F. V. T. *et al.* Anatomical analysis of abdominoplasty. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, v. 32, n. 2, p. 272–281, 2017.

BARCELOS, F. V. T. *et al.* Anatomical analysis of abdominoplasty. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica (Rbcp) – Brazilian Journal Of Plastic Sugery**, [S.L.], v. 32, n. 2, p. 272-281, 2017. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/2177-1235.2017rbcp0044>.

BAROUDI, R.; FERREIRA, C. Seroma: How to Avoid It and How to Treat It. **Aesthetic Surgery Journal**, v. 18, n. 6, p. 439–441, nov. 1998.

BEJAN, A.; KRAUS, A. D. **Heat Transfer handbook**. New Jersey: Wiley, 2003.

BELLINI, E.; GRIECO, M. P.; RAPOSIO, E. A journey through liposuction and liposculture: review. **Annals Of Medicine And Surgery**, [S.L.], v. 24, p. 53-60, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amsu.2017.10.024>.

BORGES F dos S. **Modalidades Terapêuticas nas Disfunções Estéticas**. 2ª edição. São Paulo: Phorte, 2010.

BRIOSCHI, M. L.; TEIXEIRA, M. J.; SILVA, F. M. R. M.; COLMAN, D. **Medical Thermography Textbook: Principles and Applications**. São Paulo: Andreoli, 2010.

BRIOSCHI, Marcos Leal; TEIXEIRA, Manoel Jacobsen; YENG, Lin Tchia; SILVA, Francisco Miguel Roberto Moraes. **Manual De Termografia Médica**. 1. ed. São Paulo: Andreoli, 2012. 239 p. ISBN 978-85-60416-22-6.

BROUGHTON, G.; JANIS, J. E.; ATTINGER, C. E. **The Basic Science of Wound Healing**. Plastic and Reconstructive Surgery, v. 117, n. SUPPLEMENT, p. 12S34S, jun. 2006.

CAMERON, H. M. **Agentes Físicos na Reabilitação: Da Pesquisa à Prática**. 3ª edição. Rio de Janeiro. Elsevier, 2009.

CARRARO, E. *et al.* Simplified mathematical model of thermal response of an abdomen after abdominoplasty. *In: Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering*, 19. 2022, Bento Gonçalves. **Anais [...]**

LUCHESSA, Cláudio J.; CHAVES NETO, Anselmo. **Cálculo do Tamanho da Amostra nas Pesquisas em Administração**. Biblioteca do Centro Universitário Curitiba. Curitiba: Edição do autor, 2011.

DOUGLAS, R.C. **Tratado de Fisiologia Aplicada à Fisioterapia**. São Paulo: Robe, 2002.

DUBÓN-PENICHE, M. del C.; ROMERO-VILCHIS, M. E.; MENDONZA-LARIOS, L. A. Complicaciones de cirugía estética (blefaroplastía y abdominoplastía). **Revista CONAMED**, Cidade do México, v. 17, p. 44-48, março 2012.

FELTY, C. L.; ROOKE, T. W. Compression therapy for chronic venous insufficiency. **Seminars in Vascular Surgery**, v. 18, n. 1, p. 36–40, mar. 2005.

GRADALSKI, T.; OCHALEK, K.; KURPIEWSKA, J. Complex Decongestive Lymphatic Therapy With or Without Vodder II Manual Lymph Drainage in More Severe Chronic Postmastectomy Upper Limb Lymphedema: a randomized noninferiority prospective study. **Journal Of Pain And Symptom Management**, [S.L.], v. 50, n. 6, p. 750-757, dez. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2015.06.017>.

GREVE, J. M. D. 'A. **Tratado de medicina de reabilitação**. São Paulo: Roca. Acesso em: 15 out. 2022. 2007.

GUIRRO, E.C.O; GUIRRO, R. R. de J. **Fisioterapia Dermatofuncional: fundamentos, recursos, patologias**. 3ª edição. rev. E ampl. -. São Paulo, Manole: 2004.

GUYTON, A.C., HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 12ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 13ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2017.

HERPERTZ, U. Edema e Drenagem Linfática: Diagnóstico e Terapia do Edema. 2ª edição. São Paulo: Roca, 2006.

HU, J.; LU, J.; ZHU, Y. New Developments in Elastic Fibers. **Polymer Reviews**, v. 48, n. 2, p. 275–301, maio 2008.

Huger W. E. Jr. The anatomic rationale for abdominal lipectomy. **Am Surg**, 1979.

HUIZENGA, C.; HUI, Z.; ARENS, E. A model of human physiology and comfort for assessing complex thermal environments. **Building and Environment**, v. 36, n. 6, p. 691–699, jul. 2001.

HUNTER, G. R. *et al.* Pulmonary Complications Following Abdominal Lipectomy. **Plastic And Reconstructive Surgery**, [S.L.], v. 71, n. 6, p. 809-813, jun. 1983. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/00006534-198306000-00011>.

IACT, Thermography Guidelines: Standards and Protocolols in Clinical Thermographic Imaging, Inetrnatinal Academy of Clinical Thermology, setembro, 2002. Disponível em: <<https://iactthermography.org/medical-infrared-imaging/>>. Acesso em 02 dez. 2022.

JAIMOVICH, C.A.; MAZZARONE, F.; PARRA, J.F.N.; PITANGUY, I. Semiologia da parede abdominal: seu valor no planejamento da abdominoplastia. **Revista Sociedade Brasileira Cirurgia Plástica**, p. 21-50, 1999.

JOHN, H. E. *et al.* **Clinical applications of dynamic infrared thermography in plastic surgery: a systematic review.** *Gland Surg*, p. 122-132, 2016 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27047781/>)

KUBE-LEÓN, R.; ZAPATA, S. R. **Infecciones postoperatorias en la cirugía plástica del contorno corporal.** 1. ed. [S.l.]: Amolca CA, 2016. 111-118 p.

KUHNKE E. **Principien des Stofftransportes in organismus (Vortrag),** Gesellschaft der Manuelle Lymphdrainage, Munchen, 1971.

LANGE, A. **Fisioterapia Dermato Funcional aplicada à Cirurgia Plástica.** Curitiba: Vitória Gráfica, 2014.

LLANOS, S. *et al.* Incidencia de seroma postoperatorio tras reparación de la fascia de Scarpa en abdominoplastia-liposucción. **Cirurgía Plástica Ibero-Latinoamericana**, v. 39, n. 2, p. 129–136, jun. 2013.

LUCHESA, Claudio J.; CHAVES NETO, Anselmo. Cálculo do tamanho da amostra nas pesquisas em Administração. Curitiba: Unicuritiba, [data de publicação não indicada]. 43 p.

MARTINO, Di. M. *et al.* Seroma na lipoabdominoplastia e na abdominoplastia: estudo comparativo com ultrassonografia. **Plast Reconstr Surg.** 2010; 126:1742-51, DOI 10.1097/PRS.0b013e3181efa6c5

MATARASSO, A; SWIFT, R W.; RANKIN, M. Abdominoplasty and Abdominal Contour Surgery: a national plastic surgery survey. **Plastic And Reconstructive Surgery**, [S.L.], v. 117, n. 6, p. 1797-1808, maio 2006. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/01.prs.0000209918.55752.f3>.

MAUCK, K. F. *et al.* Comparative systematic review and meta-analysis of compression modalities for the promotion of venous ulcer healing and reducing ulcer recurrence. **Journal of Vascular Surgery**, v. 60, n. 2, Supplement, p. 71S90S.e2, 1 ago. 2014.

MINIPA DO BRASIL LTDA. **Manual de Instruções: Termo-higrômetro digital modelo MT-241A / MT-242A**. Revisão: 03. Joinville: Minipa do Brasil Ltda, 2020. 1 manual. Disponível em: <http://www.minipa.com.br/servicos/assistencia-tecnica/rede-de-autorizadas>. Acesso em: 17 set. 2024.

MORENO-EGEA, A. Abdominoplastia y reparación de hernia incisional: lo que un cirujano general debe saber. *Revista Hispanoamericana de Hernia*, v. 4, n. 1, p. 5–12, jan. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rehah.2015.03.003>

NAHAI, F. R. Anatomic Considerations in Abdominoplasty. **Clinics In Plastic Surgery**, [S.L.], v. 37, n. 3, p. 407-414, jul. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cps.2010.03.003>.

NOGUEIRA, F. V.; HELENA, C. **Evaluación Comparativa Pre y Postoperatoria de la Circulación cutánea de la pared abdominal por termografía infrarroja en Cirugía Plástica – El efecto del Despegamiento en el Colgajo Abdominal**. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10803/107863>>. Acesso em: 9 dez. 2022.

PENNES, H. H. Analysis of Tissue and Arterial Blood Temperatures in the Resting Human Forearm. *Journal of Applied Physiology*, v. 1, n. 2, p. 93–122, ago. 1948. <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.1948.1.2.93>.

PITANGUY, I. *et al.* Abdominoplastia: classificação e técnicas cirúrgicas. *Rev. bras. cir.*, p. 23–44, 1995.

RESENDE, P. R. *et al.* Predicting lipoabdominoplasty complications with infrared thermography: a delta-r analysis. **Archives Of Plastic Surgery**, [S.L.], v. 48, n. 05, p. 553-558, set. 2021. Georg Thieme Verlag KG. <http://dx.doi.org/10.5999/aps.2021.00101>.

SALDANHA, O. R. *et al.* Lipoabdominoplasty: the saldanha technique. **Clinics In Plastic Surgery**, [S.L.], v. 37, n. 3, p. 469-481, jul. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cps.2010.03.002>.

SANTOS, C. *et al.* Lipoabdominoplastia: os atalhos para bons resultados e menores taxas de complicação. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, v. 28, n. 3, p. 53–53, 1 jan. 2001.

SERETIS, K. *et al.* Prevention of Seroma Formation Following Abdominoplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Aesthetic Surgery Journal**, v. 37, n. 3, p. 316–323, 1 fev. 2017.

TENORIO, X *et al.* **Early Detection of Flap Failure Using a New Thermographic Device.** **Journal Of Surgical Research**, [S.L.], v. 151, n. 1, p. 15-21, jan. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2008.03.001>.

UEMATSU, S., **Symmetry of Skin Temperature Comparing one Side of the Body to the Other**, *Thermology*, v. 1, p. 4–7, [S.I.]1985.

VARGAS, J. V. C. *et al.* A thermodynamic model to predict the thermal response of living beings during pneumoperitoneum procedures. **Journal of Medical Engineering and Technology**, v. 29, n. 2, p. 75–81, 2005.

VARGAS, J. V. C.; BRIOSCHI, M. L.; DIAS, F. G.; *et al.* Normalized methodology for medical infrared imaging. **Infrared Physics and Technology**, v. 52, n. 1, p. 42–47,

2009. Elsevier B.V.

WEERD, L de; MERCER, J. B.; WEUM, S. Dynamic Infrared Thermography. **Clinics In Plastic Surgery**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 277-292, abr. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cps.2011.03.013>.

XIA, Y.; ZHAO, J.; CAO, D. S. Safety of Lipoabdominoplasty Versus Abdominoplasty: a systematic review and meta-analysis. **Aesthetic Plastic Surgery**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 167-174, 3 dez. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00266-018-1270-3>.

XIONG, Y.; TAO, X. Compression Garments for Medical Therapy and Sports. **Polymers**, v. 10, n. 6, p. 663, 14 jun. 2018.

ZHANG, X.; YEUNG, K. W.; AND LI, Y. **Numerical Simulation of 3D Dynamic Garment Pressure**: Institute of Textile and Clothing, The Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong, 2002.

## ANEXO 1 – DADOS CIRTOMETRIA

<b>SUPRA UMBILICAL</b>							
<b>Grupo</b>	<b>Participante</b>	<b>M0</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
<b>TCP</b>	DMM	76,0	78	80	78	75	74
	DFG	88	84	86	83	82	79
	APG	92	91	93	90	91	85
	APA	77	79	83,5	79	75	74,5
	FTGS	77	81	82	78	77,5	72,5
	TBPK	77,5	77	75,5	74	71,5	69,5
	GF	94	94	91,5	86	85,5	89
	JAF	77	77	81	78	76	74,5
	JBS	75	80	82,5	78	76	74,5
	LBM	89	83,5	82,5	79,5	79	75
	PLM	83,5	83,5	86,5	82	79,5	77
	SRP	86,5	90	89	85,5	84,5	83
	TFS	88	89	84,5	84,5	84	82
	LCGS	78,5	80	77	75	74,5	72,5
NS	79,5	88	86	80,5	80	78	
<b>TCT</b>	CTN	88	89	87,5	86	85,5	85,5
	GCLA	89	89,5	88	83,5	81,5	80,5
	JNA	81	82	79	77	77,5	76,5
	KFO	71,5	78,5	73,5	72	70,5	68,5
	SPS	76	77	80	73	71	71
	SMB	76,5	79	80	76,5	74,5	75
	SABV	85	85,5	85,5	83	81	80
	VSOR	84	73	74	70	69,5	69,5
	GKPFS	75,5	81,5	85	77,5	76	77,5
	EMSS	77	81	80	75,5	75	72
	MDL	80	83	80	80,5	79	78,5
	MRG	87	89,5	90,5	84	84	81
	VRH	84	88	87	82	81,5	81,5
KR	76	81	78,5	73	75,5	73,5	
<b>UMBILICAL</b>							
<b>Grupo</b>	<b>Participante</b>	<b>M0</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
<b>TCP</b>	DMM	80,5	79	83	80	79	75
	DFG	97	88	88	85	84	81,5
	APG	96,5	98	96	93	93,5	90
	APA	82	84	88	81	78	75,5
	FTGS	81	86,5	85	83	82,5	76,5
	TBPK	83,5	81	80	81	77	75

	GF	100	94	95	88	87	86
	JAF	85	79	84	79	75,5	74,5
	JBS	80	85	88	84	81	79,5
	LBM	95	84,5	86	83,5	80,5	80
	PLM	87	85	88	85	81	78
	SRP	95	99	90	87,5	85	84
	TFS	94	93	90,5	90	87	85,5
	LCGS	87,5	83,5	82	78	76	75
	NS	87	90	88	84,5	83	80,5
TCT	CTN	93	89	90	87	87,5	86
	GCLA	96,5	93	94,5	87	85	85
	JNA	87	87,5	83	82	83,5	80,5
	KFO	76	80	78	76	73	72
	SPS	82	81,5	84,5	75,5	75	73
	SMB	84,5	80,5	82	79	76	79
	SABV	89	87	87	84	83,5	82
	VSOR	85,5	74,5	76,5	73,5	73,5	73
	GKPFS	91	83	88,5	87,5	77	78
	EMSS	84	85	81,5	77,5	77,5	74
	MDL	85,5	85,5	84,5	84	82,5	83,5
	MRG	90	90	91	85	84	81,5
	VRH	89	92	88,5	83	85	84
	KR	86	82,5	82	76	77,5	77,5
<b>INFRA UMBILICAL</b>							
<b>Grupo</b>	<b>Participante</b>	<b>M0</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
TCP	DMM	89	86	89	87	85	83
	DFG	105	94	96	93	93	88,5
	APG	102	106	104	100	101	98
	APA	90	89	92	88	86	85
	FTGS	88	91	92	88,5	87,5	84,5
	TBPK	88,5	88	88	88	83,5	82
	GF	104,5	97	97	91	92	91,5
	JAF	92	85	90	85	82	81,5
	JBS	93,5	90	91,5	88	89	86,5
	LBM	99,5	91	93	89,5	88,5	86
	PLM	96,5	93,5	91	89	87	84
	SRP	107	92	97,5	93	92	91
	TFS	104	101	96	95,5	95	93,5
	LCGS	94	89,5	88,5	85	84	83
NS	94	95	92,5	92	87	85	
TCT	CTN	100	92	92	91	90,5	90

GCLA	104	97	97,5	93	92	93
JNA	97	91	87	86	87,5	88,5
KFO	90	87,5	85	83,5	84	80,5
SPS	91,5	87	92,5	88	87	85
SMB	90,5	87	87	86	81	83
SABV	96	88	88,5	86	86,5	85
VSOR	91	78,5	83	81,5	78	78
GKPFS	100	92	95	90,5	87,5	90
EMSS	90	86	84,5	83	84	82
MDL	92	88,5	88,5	88,5	87,5	90,5
MRG	96	91,5	93	90,5	87	86,5
VRH	104,5	97	95	92	91	92
KR	92	86	85	82	81	81