

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DRYELLE SOSTER IEDE SHIGUIHARA

**TERMOGRAFIA: UM RECURSO AUXILIAR NO MONITORAMENTO
DA TEMPERATURA DA PELE IRRADIADA**

**CURITIBA
2023**

DRYELLE SOSTER IEDE SHIGUIHARA

**TERMOGRAFIA: UM RECURSO AUXILIAR NO MONITORAMENTO
DA TEMPERATURA DA PELE IRRADIADA**

**THERMOGRAPHY: AN ASSISTANT RESOURCE IN MONITORING
IRRADIATED SKIN TEMPERATURE**

Trabalho de Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Engenharia Biomédica, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Borba Neves

Coorientadora: Prof^a. Dra. Leandra Ulbricht.

CURITIBA

2023



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

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



DRYELLE SOSTER IEDE SHIGUIHARA

**TERMÔGRAFIA: UM RECURSO AUXILIAR NO MONITORAMENTO DA TEMPERATURA DA PELE
IRRADIADA**

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

Data de aprovação: 14 de Dezembro de 2022

Dr. Eduardo Borba Neves, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Adriana Maria Wan Stadnik, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Denise Sabbagh Haddad, Doutorado - Universidade de São Paulo (Usp)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 14/12/2022.

Dedico este trabalho a todos os pacientes
oncológicos e profissionais da área que
fizeram parte desta trajetória.

AGRADECIMENTOS

Deixo registrado aqui meu agradecimento a Deus pelo cuidado em todo processo deste projeto.

Ao meu esposo Thiago Shinmi Shiguihara, agradeço pela compreensão com a ausência, agradeço por todo incentivo e retaguarda nas dificuldades e apoio com as disciplinas de exatas. Agradeço ao nosso lindo Arthurzinho Shiguihara, que veio ao mundo para abrilhantar nossas vidas durante a coleta de dados clínicos, agradeço por ser tranquilo e paciente.

Aos meus pais, Anselmo lede e Sumara lede, que incentivaram a jornada desde a graduação. A minha irmã, Isabelle Soster lede, que junto com meus pais, formaram uma rede de apoio para o Arthurzinho, durante minha coleta de dados no hospital, dando toda atenção e carinho para ele.

Aos professores, orientador Prof. Dr. Eduardo Borba Neves e a coorientadora Prof^a. Dr^a. Leandra Ulbricht, que abriram as portas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica para que eu pudesse me lançar no desafio de executar este projeto. Agradeço por me orientarem com paciência e sabedoria, e guiarem o projeto ao sucesso. Agradeço os ensinamentos e por sempre prontamente me atenderem.

E agradeço aos colegas multiprofissionais, que me auxiliaram com seu conhecimento técnico para que as linhas deste projeto ganhassem vitalidade. Inicialmente ao Dr. José Cláudio Casali da Rocha e a Me. Nanci Kuster, que gentilmente assinaram minha carta de recomendação ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Biomédica. A Me. Edenice Santana que concedeu abertura e a recepção inicial para o projeto no setor de radioterapia. Ao Dr. José Carlos Gasparin Pereira que autorizou o início do estudo no local. A especialista em oncologia Bárbara Reis B. de Sousa que deu todo apoio assistencial no setor. A Suelen que me auxiliou com todo recrutamento dos participantes (mesmo quando eu achava impossível) e me deu retaguarda com detalhes técnicos no final da coleta dos dados. Ao Leonardo Göbel Fernandes, doutorando que me auxiliou com a extração dos dados finais das termografias. E aos físicos médico, Pedro Iwai e Carlla da Motta que me auxiliaram com a linha de condução técnica da física na radioterapia.

RESUMO

A radioterapia é uma das modalidades terapêuticas para o tratamento do câncer e a radiodermite é um de seus efeitos colaterais, com alta prevalência que impacta negativamente na qualidade de vida do paciente, podendo levar a limitação da dose terapêutica de radiação, atraso na conclusão ou até mesmo a suspensão do tratamento. Contudo, seu diagnóstico é ainda realizado por meio de escalas qualitativas. Estudos recentes têm demonstrado evidências de que a termografia poderia ser útil neste contexto, pois é uma tecnologia que vem sendo continuamente aprimorada. Embora a fisiopatologia da radiodermite seja conhecida, ainda são escassos os estudos que mostrem a resposta térmica ao tratamento radioterápico e façam o mapeamento da radiodermite (com sua respectiva graduação). Assim, o presente estudo teve objetivo de analisar a associação entre a temperatura da pele irradiada, a dose acumulada de radiação e o diagnóstico da radiodermite, por meio da termografia. Foi realizada uma pesquisa descritiva com 76 participantes com câncer (pele, cabeça ou pescoço), com registro termográfico imediatamente antes e após irradiação (tanto no lado comprometido como no contralateral). Para o diagnóstico da radiodermite foi utilizada a escala RTOG (*Radiation Therapy Oncology Group*), e as informações complementares registradas na anamnese foram: sexo, idade, comorbidades, tipo e equipamento utilizado no tratamento, dose (diária e total), área irradiada. Como principais resultados, em nossa amostra 70% dos participantes apresentaram algum grau de radiodermite e foram observadas diferenças significativas na temperatura da pele comparando os participantes sem radiodermite (32,88 °C) e com radiodermite (diferença térmica na temperatura média superior a 1,0°C, tanto para o Grau I como para o Grau II de radiodermite). Em relação ao diagnóstico, o momento ideal para se realizar a avaliação termográfica seria após receber a nova dose diária, onde também verificamos uma correlação moderada (0,474) entre a temperatura do lado comprometido depois da irradiação e a dose acumulada pré-irradiação. Nossos resultados demonstram que a radiodermite promove uma alteração na temperatura da pele, cuja análise termográfica é capaz de quantificar. Por fim, pode-se concluir que há associação entre a temperatura da pele, a dose de irradiação acumulada e o aparecimento da radiodermite. Com base nos resultados da presente pesquisa, fica a sugestão de estudos com amostras maiores, e assim, a exploração de novas metodologias com critério quantitativo para o diagnóstico da radiodermite em tempo hábil, cujo objetivo seja evitar a interrupção do tratamento radioterápico, o que pode reduzir as chances de cura do câncer. Pode-se concluir que há associação entre a temperatura da pele e o aparecimento da radiodermite.

Palavras-chave: Radiodermite. Termografia. Radioterapia. Câncer.

ABSTRACT

Radiotherapy is one of the therapeutic modalities for the treatment of cancer and radiodermatitis is one of its side effects, with a high prevalence negatively impacting the patient's quality of life, which can lead to limitation of the therapeutic dose of radiation, delay in completion or even discontinuation of treatment. However, its diagnosis is still performed using qualitative scales. Recent studies have shown evidence that thermography could be useful in this context, as it is a technology that has been continuously improved. Although the pathophysiology of radiodermatitis is known, there are still few studies showing the thermal response to radiotherapy and mapping of radiation dermatitis (with its respective grading). Thus, the present study aimed to analyze the association between the temperature of the irradiated skin, the accumulated dose of radiation and the diagnosis of radiation dermatitis, through thermography. Descriptive research was carried out with 76 participants with cancer (skin, head, or neck), with thermographic recording immediately before and after irradiation (both on the affected and contralateral sides). For the diagnosis of radiodermatitis, the RTOG scale (*Radiation Therapy Oncology Group*) was used. complementary information recorded in history taking were: sex, age, comorbidities, type and equipment used in the treatment, dose (daily and total), irradiated area. As main results in our sample, 70% of the participants had some degree of radiation dermatitis and significant differences in skin temperature were observed when compared to patients without radiodermatitis (32.88°C/91°F) and with radiodermatitis (thermal difference in average temperature greater than 1.0°C/34°F for both Grade I and Grade II radiation dermatitis). Regarding the diagnosis, the ideal time to perform the thermographic evaluation would be after receiving the new daily dose, where we also found a moderate correlation (0.474) between the temperature of the affected side after irradiation and the pre-irradiation cumulative dose. Our results demonstrate that radiodermatitis promotes a change in skin temperature that thermographic analysis is able to quantify. Finally, it can be concluded that there is an association between skin temperature, the accumulated radiation dose, and the appearance of radiodermatitis. Based on the results of this research, we suggest studies with larger samples, and, thus, the exploration of new methodologies with quantitative criteria for the diagnosis of radiodermatitis in a timely manner, whose objective is to avoid interruption of radiotherapy treatment, which can reduce the chances of curing cancer. It can be concluded that there is an association between skin temperature and the appearance of radiodermatitis.

Key words: Radiodermatitis. Thermography. Radiotherapy. Cancer.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Classificação dos sinais e sintomas da radiodermite.....	22
Figura 1 - Termograma (imagem A) e fotografia (imagem B):	
Radiodermite grau I.....	28
Figura 2 - Termograma (imagem A) e fotografia (imagem B):	
Radiodermite grau II.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização da amostra dos participantes que receberam radioterapia.....	25
Tabela 2 - Apresentação da radiodermite segundo a região tratada, realização de cirurgia para retirada do tumor, tratamento concomitante e intensidade da radiação.....	26
Tabela 3 - Perfil da temperatura da pele pré e após a irradiação da dose do dia de acordo com o diagnóstico clínico do grau de radiodermite na área do tumor.....	27
Tabela 4 - Comparação das temperaturas da pele entre os lados acometido e contralateral, em cada momento de avaliação. Irradiação bilateral N = 59.....	29
Tabela 5 - Comparação das temperaturas da pele entre os momentos de avaliação, em cada lado avaliado (acometido e contralateral). Irradiação bilateral N = 59.....	30
Tabela 6 - Comparação das temperaturas da pele entre os lados acometido e contralateral, em cada momento de avaliação. Irradiação unilateral N = 17.....	31
Tabela 7 - Comparação das Temperaturas da pele entre os momentos de avaliação, em cada lado avaliado (acometido e contralateral). Irradiação Unilateral N = 17.....	32
Tabela 8 - Correlação entre o grau da radiodermite, fatores térmicos, extrínsecos e intrínsecos.....	33
Tabela 9 - Prevalência de radiodermite em participantes com câncer de pele, cabeça e pescoço.....	33
Tabela 10 - Prevalência de radiodermite em participantes com tratamento de radioterapia exclusiva e radioterapia com quimioterapia.....	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Justificativa.....	13
1.2 Hipótese da pesquisa.....	14
1.3 Objetivos.....	15
1.3.1 Objetivo geral.....	15
1.3.1.1 Específicos.....	15
1.4. Estrutura da dissertação.....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 Radiodermite.....	16
2.2 Termografia.....	18
2.2.1 Termografia na prática clínica.....	19
3 METODOLOGIA.....	22
3.1 População e amostra.....	22
3.2 Aquisição de dados.....	23
3.3 Análise de dados.....	25
4 RESULTADOS.....	27
4.1 Caracterização da amostra.....	27
4.2 Análise da influência da temperatura no grau da radiodermite segundo a classificação qualitativa.....	28
4.3 Análise térmica dos participantes com câncer na região de cabeça e pescoço com irradiação no plano 3D.....	30
4.4 Análise térmica dos participantes com câncer de pele não melanoma com irradiação no plano 2D.....	32
4.5 Análise de correlação entre os fatores íntinsecos, extrínsecos e dados térmicos no aparecimento da radiodermite.....	34
5 DISCUSSÃO.....	37
6 CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS.....	46
APENDICE A – Anamnese relacionada a pesquisa.....	54

1 INTRODUÇÃO

Câncer é uma doença com causa multifatorial e pode ter origem interna ou externa ao organismo (BRASIL, 2022). Também é o nome dado para um grupo de doenças que afetam as células em distintas partes do corpo, e surge em decorrência de fatores genéticos, ambientais e estilo de vida (BRASIL, 2020). A última estimativa mundial apontou para 18 milhões de casos novos, e ainda é previsto um aumento em 2,1 milhões de casos nas Américas, até 2030 (OPAS, 2020).

No Brasil, para o período 2020-2022, a estimativa chega a 625 mil novos casos por ano com uma incidência distribuída geograficamente, por exemplo, na Região Sudeste a estimativa aponta a concentração de 60% dos casos, seguida pelas regiões Nordeste 27,8% e Sul 23,4% (BRASIL, 2019).

Dentre as indicações terapêuticas para tratar o câncer está a radioterapia, que em geral, é indicada para mais da metade de todos os pacientes (KIPRIAN *et al.*, 2022). E como qualquer tratamento, a radioterapia pode gerar efeitos colaterais significativos a curto, médio e longo prazo, sendo o mais comum a radiodermite (ZASADZIŃSKI *et al.*, 2022; BEHROOZIAN, 2020). Essa lesão é um processo inflamatório local com os sinais e sintomas que variam desde leve, como eritema e descamação, até aos mais severos, como ulceração, hemorragia e necrose da área irradiada, e estas manifestações clínicas são classificadas internacionalmente em uma escala de grau 0 a IV (BRASIL, 2008. SANTOS *et al.*, 2020).

O diagnóstico padrão ouro se mantém com base na classificação citada, há mais de trinta anos, e o aplicador da escala é guiado pelo seu olhar clínico para diagnosticar o grau da lesão, que deve considerar como grau 0 a ausência de alteração na pele, até grau IV, quando os sinais e sintomas são mais severos (NARANJO *et al.*, 2018). Vários fatores influenciam no grau da radiodermite, como por exemplo a dose total, regime de fracionamento, volume de tecido irradiado, terapia sistêmica concomitante e comorbidades (ZASADZIŃSKI *et al.*, 2022; KIPRIAN *et al.*, 2022). E a falta de diagnóstico precoce da radiodermite pode interferir na qualidade de vida do paciente e no êxito do tratamento (MONTEIRO *et al.*, 2020).

A prevalência da radiodermite oscila de acordo com a área irradiada e a sensibilidade do tumor a radiação. Todavia, um estudo apresentou dados com valores altos chegando a 99,4% (CARDOZO *et al.*, 2020), e outro a 81,19% (COSTA. *et al.*,

2019). No Brasil não se tem uma fonte oficial de notificação, logo, não há conhecimento sobre o valor absoluto da ocorrência.

Apesar da alta precisão empregada nos tratamentos modernos, a irradiação pode afetar os tecidos saudáveis além dos tumorais. Isso ocorre porque a radioterapia destrói de forma direta as células cancerosas (e também as células dos tecidos saudáveis circundantes) por apoptose através dos radicais livres que danificam o ácido desoxirribonucleico (DNA). Estes radicais livres ativam ainda várias vias de sinalização celular, como as pró-citocinas e citocinas inflamatórias, que de forma indireta acabam por destruir as células epidérmicas basais. Essas vias de ação, direta e indireta, atingem principalmente as células com alta capacidade mitótica. Por isso, os queratinócitos basais, as células-tronco do folículo piloso e os melanócitos são as células mais afetadas pela radiação (KIPRIAN *et al.*, 2022).

A fisiopatologia da radiodermite ocorre quando a zona tumoral é submetida a irradiação, e na sequência as doses vão sendo acumuladas (BRASIL, 2008). Desta forma, uma lesão tecidual radioestimulada, surge na pele caracterizando um processo inflamatório com alteração na capacidade mitótica das células da camada basal, que tem o processo de renovação interrompido. Além disso, ocorre um aumento na permeabilidade vascular, gerando os primeiros sinais da radiodermite, o eritema (ROBIJNS; LAUBACH, 2018. BONTEMPO *et al.*, 2021).

O agravamento da lesão tem alguns fatores envolvidos como dose, volume tumoral, tempo de irradiação e associação a outras terapias, bem como o envolvimento de fatores individuais do paciente como idade, comorbidade e características genéticas (BONTEMPO *et al.*, 2021). Vale ressaltar que o hábito de fumar é uma comorbidade, pois segundo Aquino *et al.* (2010), citado por Fontanelli e Simonato (2022), a nicotina contida no cigarro é absorvida pelos tecidos e age de forma vasoconstritora, impedindo a efetividade circulatória. O que por consequência, pode colaborar com o agravamento da radiodermite.

Ao se continuar a exposição da área tratada, continuamente, a capacidade da camada basal em produzir novas células é diminuída o que acaba por resultar no desprendimento da epiderme, liberação de líquido seroso e formação de vesículas úmidas, classificada como descamação úmida. A evolução do quadro pode resultar em úlceras de difícil cicatrização, hemorragia e radionecrose (ZASADZIŃSKI *et al.*, 2022).

Apesar da alta prevalência e da gravidade que as lesões podem atingir, até a presente data, não foram estabelecidos padrões-ouro no manejo da radiodermite e o diagnóstico ainda é baseado em escalas qualitativas. Escalas qualitativas são, em geral, dependentes da experiência do profissional, e no caso da radiodermite, as escalas têm apresentado entre baixa a moderada confiabilidade (validade e concordância insuficientes), apesar de amplamente utilizadas (HUYNH-LE *et al.*, 2014; MAILLOT *et al.*, 2018; BEHRROZIAN *et al.*, 2021; ZASADZIŃSKI *et al.*, 2022).

A fisiologia da radiodermite já é conhecida, entretanto, também se faz necessário explorar dados clínicos que se correlacionem, como o grau, região anatômica, histologia do tumor, dose e voltagem da radiação, modelo do acelerador linear, número de sessões do tratamento e temperatura da pele tratada, pois estes dados poderão contribuir para o desenvolvimento e validação de procedimentos adequados ao manejo, no ambiente hospitalar, dessa inflamação chamada radiodermite (GARNIER, 2017).

Com o constante desenvolvimento de tecnologia para a área da saúde, é possível destacar um recurso que faz o rastreamento do processo inflamatório, a termografia, ela auxilia no mapeamento da temperatura da pele por meio da captação de radiação infravermelha emitida pelo corpo (RING; AMMER, 2012).

A termografia é um método de baixo custo, não invasivo, não emite radiação, portátil e de fácil manuseio para captar imagens (MAILLOT *et al.*, 2018). Atualmente é reconhecida como um recurso auxiliar de apoio ao diagnóstico clínico (ALFIERI; SANTOS; BATTISTELLA, 2017).

Um estudo francês apresentou dados sobre a mudança de temperatura na pele irradiada correlacionada aos sinais e sintomas da radiodermite utilizando o recurso termográfico para mapeamento do calor emitido, e como resultado, encontraram um aumento de 1,4°C na temperatura da área irradiada durante o tratamento (MAILLOT *et al.*, 2018).

Outro estudo sul coreano, também navegou pelas possibilidades metodológicas para o diagnóstico da radiodermite, descrevendo a necessidade de construir um método quantitativo para o processo (PARK *et al.*, 2022). No estudo supracitado foram abordadas a correlação entre a presença da radiodermite e a dose de radiação distribuída na área tratada, e como resultado, foi possível organizar um protótipo de sistema para prever a radiodermite.

A termografia é continuamente aprimorada e atualmente tem destaque em pesquisas biomédicas, afinal é uma tecnologia que permite rastrear o processo inflamatório ao mapear a radiação infravermelha emitida por qualquer corpo que tenha temperatura superior ao zero absoluto (VERSTOCKT *et al.*, 2022; MAILLOT *et al.*, 2018).

Mapeando os dados para contribuir com os estudos da radiodermite, a investigação da associação entre a temperatura da pele e o aparecimento da radiodermite, é um problema de pesquisa a ser explorado.

A necessidade de estudar os dados correlacionados a radiodermite, incluindo se há mudança na temperatura da pele tratada, torna a termografia um recurso benéfico para ser utilizado na coleta de dados clínicos, contribuindo para o aprimoramento do manejo da lesão.

1.1 JUSTIFICATIVA

A emissão de calor do corpo associado a uma doença é um conceito antigo já descrito por Hipócrates (BRASIL, 2015), e com a evolução tecnológica, é possível utilizar uma gama de equipamentos para rastrear a temperatura de forma sensível, e dentre eles está a termografia (SCHERER *et al.*, 2020)

O uso da termografia na área da medicina vem conquistando espaço como recurso auxiliar ao diagnóstico clínico, e um campo que explora a usabilidade do recurso, é a medicina esportiva, uma vez que o termograma pode evidenciar alterações fisiológicas em local que necessite de reabilitação (CÔRTE; HERNANDÉZ, 2016).

As vantagens técnicas em utilizar a termografia são: a metodologia não invasiva e sem emissão de radiação, além de ser portátil e gerar a imagem termográfica, que traz uma orientação visual e quantitativa da temperatura da área analisada, o que permite, por exemplo, o mapeamento de doenças (COSTA, 2021). E também é um recurso tecnológico utilizado sem contato físico com a área investigada (NEVES, 2020).

Ainda utilizada como recurso auxiliar ao diagnóstico clínico, a termografia tem expandido seu apoio em áreas como a de doenças (ARAÚJO *et al.*, 2018) vasculares (MIKULSKA, 2006), cerebrais (DE FONT-RÉAULX *et al.*, 2019), e câncer (SOUZA *et al.*, 2019).

Onde ocorrer no corpo sinais e sintomas de processo inflamatório, a termografia pode ser utilizada para mapeamento térmico, e por fim, diferenciar o patológico do fisiológico (ALFIERI; SANTOS; BATTISTELLA, 2017). A utilização deste recurso em rastreamento de lesões como a radiodermite, um processo provocado por exposição à radiação, seja por tratamento ou por acidente, foi explorada em cenário de pesquisa clínica (MAILLOT *et al.*, 2018) e em análise de revisão bibliográfica (SHIGUIHARA *et al.*, 2020).

Um grupo de pesquisadores na Polônia fez dois estudos, um com oito participantes com câncer de mama, para compreender a utilização da termografia no ambiente de radioterapia, e como resultado encontraram uma correlação entre a dose do tratamento e o aumento da temperatura na área tratada (PLAZA *et al.*, 2021). No outro estudo com 12 participantes, também com câncer de mama, encontraram como resultado o aumento da temperatura corporal correlacionado aos sinais e sintomas da radiodermite (BAIC *et al.*, 2021).

Embora a fisiopatologia da radiodermite seja conhecida, ainda são escassos os estudos que relacionem a termografia com a lesão e sua respectiva graduação na escala qualitativa, de acordo com as diferentes áreas irradiadas.

Assim, o aprofundamento do conhecimento sobre a resposta térmica ao tratamento radioterápico pode ser útil para o desenvolvimento de consensos e recomendações tanto para o diagnóstico precoce, como para avaliação mais objetiva de forma quantitativa sobre a radiodermite. Buscando contribuir nesta direção, este estudo analisou a associação entre a temperatura da pele, a dose acumulada de radiação e o aparecimento da radiodermite no tratamento do câncer de pele não melanoma e câncer de cabeça e pescoço.

1.2 HIPÓTESE DA PESQUISA

Existe a associação entre a temperatura da pele na região irradiada e o aparecimento da radiodermite.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a associação entre a temperatura da pele e o aparecimento da radiodermite.

1.3.2 ESPECÍFICOS

- Comparar a temperatura da pele entre os grupos classificados nos diversos níveis de radiodermite;
- Identificar as correlações entre a temperatura da pele e a dose acumulada de radiação;
- Verificar associações entre a temperatura da pele nas regiões irradiadas e o grau de radiodermite.

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está estruturada em 6 capítulos. No capítulo 1, contextualiza-se o problema e os objetivos.

No capítulo 2, faz-se uma revisão da literatura abordando tópicos como: conceito, prevalência e diagnóstico da radiodermite. Além disso, abarca o conceito de termografia com ênfase na área da saúde.

No capítulo 3, é apresentado a metodologia para o desenvolvimento do trabalho e o protocolo para aquisição das imagens térmicas.

O capítulo 4 apresenta os resultados obtidos a partir da correlação das imagens térmicas e os dados clínicos registrados.

No capítulo 5, apresenta-se a discussão dos resultados obtidos.

E no último capítulo, está a conclusão e as sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 RADIODERMITE

O câncer é uma doença caracterizada por um crescimento desordenado de células em qualquer parte do corpo, e as terapias disponíveis para tratamento são: cirurgia, quimioterapia e radioterapia (BRASIL, 2008).

As ações terapêuticas, em qualquer nível, tem os efeitos adversos inerentes ao processo, e não diferente dos demais, o tratamento para o câncer também tem suas peculiaridades, como por exemplo o efeito da radiodermite ou radiodermatite (MAILLOT *et al.*, 2018).

A radioterapia pode provocar alguns danos como o atraso no ciclo celular, apoptose, instabilidade genômica, entre outros, no entanto, o dano de maior impacto é quando a energia interage com a água, resultando em um radical livre que na presença de oxigênio potencializa o surgimento de lesões como efeito adverso do tratamento (FRANCO, 2021).

Diferente de outros agentes estressores na pele, a radiação causa níveis de toxicidade por dose acumulada ao longo do tempo, e por este motivo pode ocorrer manifestação aguda, tardia e/ou crônica da radiodermite (SEITÉ *et al.*, 2017).

A pele, onde essa lesão se manifesta, desempenha um papel significativo na termorregulação (controle térmico), atuando entre outras funções, como barreira homeostática que mantém saudável todo o organismo com temperatura adequada (ROMANOVSKY, 2014). Em uma visão mais macro, ela é composta por três camadas: a epiderme, derme e hipoderme. A epiderme em sua zona mais profunda, chamada de camada basal, tem a característica de ser germinativa originando outras zonas por diferenciação celular, logo sua atividade mitótica é mais intensa (RIVITTI, 2014), e esse fator se torna relevante quando a pele é exposta radiação (BONATEMPO *et al.*, 2021).

Uma vez que a área delimitada é exposta ao tratamento, a radiação é direcionada para alcançar o tumor, e é neste processo que ocorre o contato da radiação com a camada basal, e por consequência, ela altera a capacidade mitótica de auto renovação local, surgindo assim os primeiros sintomas da radiodermite com características inflamatórias (BONATEMPO *et al.*, 2021).

A primeira evidência da radiodermite na pele, é o eritema transitório, ele ocorre na epiderme devido ao aumento da permeabilidade vascular por meio dos mediadores inflamatórios, prostaglandina e os leucotrienos. O eritema tardio acontece entre 2-4 semanas de tratamento, e além dos resultados citados, traz a presença de degeneração e edema como consequência da infiltração de leucócitos nos tecidos, e a epilação, decorrente da destruição das glândulas sebáceas e folículo piloso da área irradiada (HEGEDUS *et al.*, 2017). As células basais que formam a epiderme, tem um ciclo de produção e destruição celular, no entanto, elas são radiosensíveis, e sofrem danos desde a primeira aplicação da radiação, e com o acúmulo de dose o desequilíbrio neste ciclo se torna progressivo, deixando em evidência diferentes manifestações clínicas na pele (BONTEMPO *et al.*, 2021).

A radiodermite, por convenção internacional, possui uma escala classificatória desenvolvida que tem como processo agrupar os sinais e sintomas em graus, que podem variar de 0 a IV (NARANJO *et al.*, 2018). O grau 0 é a não manifestação evidente de processo inflamatório na pele, já o grau I é caracterizado pelos sintomas de intensidade leve como eritema, descamação seca e epilação, o grau II eritema e edema moderado, o grau III são todos os sintomas já citados mais a presença do exsudato, e por fim o grau IV é uma classificação para os sinais clínico mais severos, como hemorragia, ulceração e necrose (COSTA *et al.*, 2019).

O diagnóstico da radiodermite é feito com base no olhar clínico de cada profissional de saúde, e tal cenário, pode criar uma lacuna de subjetividade para a classificação e o manejo clínico da lesão (ROCHA *et al.*, 2018).

Já a prevalência depende da localização e radiosensibilidade do tumor, como fato, é possível citar estudos que apresentam diferentes dados de prevalência para cada área irradiada investigada. O estudo de Costa *et al.* (2019), que explora uma amostra de 117 participantes com câncer de mama traz o dado de 81,19% de prevalência para radiodermite em qualquer grau, outro estudo retrospectivo com amostra de 167 participantes com câncer de cabeça e pescoço teve 99,4% (CARDOZO *et al.*, 2020), e outro estudo prospectivo com 34 participantes com câncer de mama alcançou 100% de prevalência (GARNIER, 2017).

Alguns trabalhos sugerem como nova metodologia para o diagnóstico da radiodermite o desenvolvimento de um banco de imagens como catalogação dos graus da lesão, para validar a classificação por associação dos sinais e sintomas (GRAHAM *et al.*, 2012. YOSHIKAWA *et al.*, 2012).

Outro trabalho, já explorou a mudança de temperatura na pele utilizando a termografia para mapear o calor emitido da área irradiada, no caso a mama, e para este estudo foram feitos registros do lado comprometido e contralateral, associando matematicamente o dado da temperatura com o grau da radiodermite, sendo esta, atestada por dois investigadores fixos durante todo o estudo, que foram treinados para avaliar a pele com base na escala qualitativa preconizada pelo *Radiation Therapy Oncology Group*, a escala *Common Terminology Criteria for Adverse Events* v.4.0 e nas escalas de *Wright* (MAILLOT *et al.*, 2018). Os resultados demonstraram uma associação entre a elevação da temperatura em até 2°C, com os sintomas da radiodermite (MAILLOT *et al.*, 2018).

A relação dose versus radiodermite também é estudada em uma pesquisa sul coreana, onde os autores evidenciam a presença dos sinais e sintomas do processo inflamatório a partir de uma dose acumulada em 37Gy (PARK *et al.*, 2022).

E ainda um outro trabalho de revisão sistemática, trouxe um compilado das tecnologias mapeadas como recurso auxiliar para o diagnóstico de radiodermite, ponderando além de catálogos de imagens, itens como avaliação citológica, avaliação de fluxo sanguíneo, machine learning, imagem térmica, dose de irradiação e espectrofotometria (SHIGUIHARA *et al.*, 2020).

2.2 TERMOGRAFIA

A relação calor e alteração fisiológica foi documentada por Hipócrates 400 a.C., e com base nessa teoria, só em 1800 o primeiro cientista mensurou a temperatura em um espectro de cores, descobrindo o que é chamado hoje de energia infravermelha (CÔRTE; HERNANDÉZ, 2016).

Em 1934, um fisiologista aprimorou as pesquisas sobre o calor e validou a emissividade, que é a capacidade de emitir radiação eletromagnética (energia infravermelha), na temperatura da pele humana (HARDY, 1934).

Quando ocorre uma inflamação em qualquer parte do corpo humano, o processo faz aumentar a circulação sanguínea local e eleva a temperatura, o que indica uma alteração, logo, a ocorrência pode ser mapeada por atividade termográfica, uma vez que esta temperatura é traduzida em calor que emite onda infravermelha através da pele (WU *et al.*, 2016).

A termografia é um método de captar imagens por meio da energia infravermelha com uma câmera térmica, sendo utilizada em distintas áreas, como a saúde, onde essa metodologia vem assumindo um papel auxiliar no diagnóstico clínico, com destaque para investigações que envolvem processo inflamatório (RING; AMMER, 2012), por exemplo, no caso dos cânceres (SOUZA *et al.*, 2019) ou danos musculares por atividade física (ARAÚJO *et al.*, 2018).

2.2.1 TERMOGRAFIA NA PRÁTICA CLÍNICA

O diagnóstico médico utiliza diversas fontes de informações como apoio para chegar a uma conclusão, e entre elas, existem os exames chamados complementares, como recurso auxiliar (ARAÚJO *et al.*, 2018. CÔRTE; HERNANDÉZ, 2016). Neste contexto, também se tem a termografia que apoia o processo de investigação em várias clínicas como a vascular (PASSOS, 2021), esportiva (CÔRTE; HERNANDÉZ, 2016) e oncológica (SIEBRA *et al.*, 2017).

Portanto, para registrar uma imagem térmica com o objetivo auxiliar um diagnóstico é necessário considerar a análise de alguns fatores externos que podem influenciar no resultado, como a temperatura e a umidade do ambiente, que se controlados, não provoca artefato na imagem final (QUESADA *et al.*, 2015).

A termografia já foi utilizada em um estudo como recurso auxiliar em perícias médicas de afastamento, como meio de avaliação para retorno ao trabalho em programa de reabilitação motora. Nesta pesquisa, o objetivo foi mapear o padrão térmico da avaliação pericial de participantes comprometidos por LER (Lesão por Esforço Repetitivo) em uma agroindústria, e como resultado, a termografia teve correlação direta com a classificação de retorno às atividades laborais (BRIOSCHI *et al.*, 2009).

Um estudo exploratório sobre a termografia aplicada como apoio ao diagnóstico das doenças osteomusculares, verificou que a sensibilidade do recurso está entre 71% a 100%, de acordo com a busca em seis bases de dados (TROTTA; ULBRICHT, 2015).

Na medicina esportiva a termografia é usada como recurso no processo de prevenção as lesões musculares durante as atividades físicas, e vem ganhando um

espaço integrado ao desenvolvimento de treino dos atletas (CÔRTE; HERNANDEZ, 2016).

Em outros cenários da medicina esportiva, o uso do recurso também é associado a coleta de exame laboratorial, como a creatina quinase (CK). Em tal estudo foi analisada a correlação entre a variação da temperatura da pele em vários locais e a variação da CK, que é uma enzima utilizada como biomarcador por ser liberada em alta quantidade no sangue após sobrecarga de atividade muscular. Logo, como resultado a aplicação termográfica é sugerida como localizador de lesão muscular associada ao biomarcador (BANDEIRA *et al.*, 2014).

Já na área cirúrgica, a termografia foi utilizada para acompanhar o procedimento de ablação por radiofrequência no fígado, cujo objetivo, foi visualizar o processo da lesão em tempo real. Nesta pesquisa, o resultado foi promissor, com a indicação da termografia como recurso significativo de apoio ao médico cirurgião (GAIDOS *et al.*, 2018).

Em outra análise descritiva sobre o tema, foi avaliado a presença da termografia em protocolo de diagnóstico do Fenômeno de Raynaud, com a afirmação de que a metodologia é segura e confiável, apresentando um crescimento progressivo em ações como diagnóstico de doenças do tecido conectivo (HEIMBECHER; ULBRICHT, 2018).

Na área da oncologia a termografia tem sido explorada como recurso auxiliar ao diagnóstico do câncer de mama (SIEBRA *et al.*, 2017), e também, como recurso complementar ao diagnóstico de câncer da tireoide, segundo uma pesquisa de revisão, que pontuou dados sobre a acurácia da termografia nestes casos de 78,4% a 89,51% (SEBASTIÃO; ULBRICHT, 2018).

A radiodermite, que é uma lesão em decorrência da exposição ao tratamento oncológico de radioterapia, também já teve aplicação da termografia com o objetivo de mapear a correlação entre a alteração da temperatura da pele irradiada versus o aparecimento dos sinais e sintomas da radiodermite (MAILLOT *et al.*, 2018).

A usabilidade deste recurso, pode permitir um mapeamento mais preciso e até preditivo para a radiodermite, por meio dos valores das temperaturas locais versus sinais e sintomas da lesão, o que possibilita um manejo clínico adequado (BAIC *et al.*, 2021), preservando a qualidade de vida e reduzindo riscos, como a pausa do tratamento (MONTEIRO *et al.*, 2020).

Recentemente a termografia também foi utilizada para mapear temperatura na pele de participantes que irradiaram câncer de mama, no entanto, a pesquisa se deu com um grupo que já havia completado o tratamento há mais de um ano. O objetivo foi compreender se havia diferença térmica tardiamente, e como resultado, foi detectado temperatura diferente entre as áreas, comprometida e contralateral (BAIC *et al*, 2022).

E recentemente a termografia também foi utilizada em um protocolo de Tratamento Manual Osteopático (TMO) para cefaleia, cujo objetivo foi avaliar a alteração da temperatura local após a aplicação do tratamento; e teve um resultado positivo, comprovando a eficiência do protocolo (ALMEIDA, 2022).

3 METODOLOGIA

A pesquisa descritiva foi executada em campo unicêntrico de forma prospectiva e transversal, com abordagem quantitativa e analítica. Também está aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE 38658920.3.0000.0098) com o número do parecer 4.323.201, e respeita a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional da Saúde. Foi realizada a coleta de dados com 76 participantes no setor de Radioterapia entre os meses de outubro/2021 a janeiro/2022, em um hospital referência para o tratamento de câncer, localizado no município de Curitiba.

Os critérios de inclusão foram: idade maior que 18 anos, possuir autonomia cognitiva, e estar em tratamento de câncer de pele na região facial, cabeça ou pescoço.

Os pesquisadores não interferiram na definição quanto a intervenção ou em relação ao planejamento da irradiação. Assim, quanto a intervenção, foram inclusos participantes que receberam somente a radioterapia, bem como participantes que estavam recebendo radioterapia em conjunto com a quimioterapia, participantes com recidiva ou não, e também quem já havia realizado cirurgia na área irradiada ou não. Quanto ao planejamento do tratamento (a forma de aplicação do feixe de irradiação de acordo com a topografia tumoral), foram inclusos os participantes com terapia 2D ou 3D.

3.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA

O referido hospital, onde ocorreu a pesquisa, tem um retrato populacional lançado no último Registro Hospitalar de Câncer (RHC) emitido em 2017, com dados de 2010 a 2014. Neste cenário, em relação a população que executou tratamento na instituição, o percentual é de 5,8% (664 casos) para radioterapia exclusiva e 35,9% (4089 casos) para tratamento combinado (quimioterapia, hormonioterapia, radioterapia e cirurgia), dos 11.383 casos registrados (GAERTNER, 2017).

Ainda sobre os dados do RHC, o câncer de pele e melanoma teve um registro de 2.224 casos e o câncer de cabeça/pescoço 870 casos, no período avaliado (GAERTNER, 2017).

Para o recrutamento dos participantes foi acessado o escaninho das salas de radioterapia, onde ficam as pastas com as fichas técnicas do tratamento de cada participante, identificado com o tipo de câncer. Este processo ocorreu mensalmente até completar a amostra.

Ao acessar a ficha técnica, foram conferidos os itens para inclusão na amostra, e partindo deste primeiro refinamento, na sequência, foi realizado contato via telefone para explicar sobre o estudo, esclarecendo que não existiria custo ou interferência no tratamento planejado pelo médico e que a participação era em caráter voluntário. Assim, no caso de aceite, seria necessário assinar os termos de consentimento e que o participante livre para desistir do estudo a qualquer momento. Para finalizar a ligação, foi solicitado que no caso de aceite, o informasse a resposta ao pesquisador quando chegasse para a sessão de radioterapia, ficando aberta, a oportunidade para esclarecer possíveis dúvidas.

Quem sinalizou o aceite, assinou os termos (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e do Termo de Consentimento do Uso de Imagem) e respondeu ao questionamento sobre altura, peso e comorbidades. Estas informações foram registradas na anamnese desenvolvida para este estudo.

Este processo de recrutamento aconteceu entre os meses de outubro/2021 a janeiro/2022. Durante a coleta dos dados, foram excluídos os participantes que interromperam ou abandonaram o tratamento de radioterapia no referido hospital.

3.2 AQUISIÇÃO DE DADOS

Para coleta de dados sobre a área irradiada, primeiramente foi realizada a anamnese, verificação do prontuário eletrônico (para obtenção dos critérios de tratamento) e uma avaliação clínica da pele tratada, com base na escala de análise das estruturas irradiadas (Quadro 1), desenvolvida pelo RTOG (*Radiation Therapy Oncology Group*), para verificar a presença dos sinais e sintomas da radiodermite, e caso sim, classificar a lesão.

ESTRUTURA	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV
Pele	Eritema Leve Epilação Descamação seca	Eritema doloroso Descamação úmida Edema moderado	Descamação úmida e confluyente Edema importante	Ulceração Hemorragia e necrose

Quadro 1. Classificação dos sinais e sintomas da radiodermite.

Fonte: BRASIL, INCA. 2008.

A classificação se estende do grau 0 (zero) ao IV (quatro), sendo 0 (zero) nenhuma mudança em relação a linha de base, grau I é a presença de eritema leve, epilação, descamação seca e/ou diminuição da sudorese, grau II é o eritema sensível (doloroso) ou brilhante, descamação úmida ou irregular e/ou edema moderado, grau III é a descamação úmida confluyente (em outros locais que não sejam dobras cutâneas) e/ou edema importante, e o grau IV a presença de ulceração, hemorragia e/ou necrose (ZASADZIŃSKI *et al.*, 2022).

A coleta da imagem térmica foi realizada em ambiente climatizado e os participantes foram orientados a chegar 15 minutos antes da sessão de radioterapia, para que fosse realizada a aclimação entre a área a ser irradiada e a temperatura ambiente da sala. As imagens foram registradas imediatamente pré e pós irradiação com a câmera termográfica FLIR modelo T540. Foram registradas imagens tanto do lado comprometido como do lado contra-lateral a uma distância máxima de um metro.

Foi mensurado a temperatura e a umidade da sala de espera onde os participantes aguardaram, e também da sala de irradiação, onde ocorreu o registro das imagens térmicas. A temperatura média foi de $20,54 \pm 0,57$ °C, e a umidade relativa do ar foi de $56,1 \pm 4,84$ %. Ao entrar na sala de radioterapia para irradiar, o participante foi posicionado na maca de irradiação pelos profissionais do local, de acordo com o planejamento de cada tratamento. O tempo de irradiar variou entre 2 a 8 minutos. Foi mensurada a temperatura central do participante com termômetro sem contato, e também fixados dois marcadores anatômicos com um espaço máximo de 10 cm de distância entre as fixações (na área acometida e na área contra lateral), com objetivo de delimitar a campo a ser registrado pela câmera termográfica.

Sobre o registro térmico das áreas irradiadas, as regiões de interesse foram delimitadas primeiramente pela clínica de cada participante, sendo elas: pele (região facial), cabeça e pescoço, e na sequência delimitadas em sub-regiões, definidas pela localização tumoral. Todas as sub-regiões foram comparadas com seu lado contralateral, antes e após irradiar para mapear o delta da temperatura durante o tratamento de radioterapia, por meio do registro termográfico.

Durante o processo de fixar os marcadores, também foi avaliada clinicamente a pele do participante e questionado sobre os sintomas. Por fim, todas as informações foram descritas na ficha de anamnese desenvolvida para esta pesquisa, que está no Apêndice A.

Para coletar demais informações clínicas pontuadas na anamnese, como: modelo do acelerador linear, voltagem da dose, tipo de feixe, dose diária, dose total, quantidade de sessões de radioterapia, área irradiada e tratamento concomitante, foi consultada a ficha técnica do tratamento de cada participante arquivada fisicamente no escaninho de cada acelerador linear, e para outras informações como: idade, sexo e histologia do câncer, foi consultado o prontuário eletrônico.

3.3 ANÁLISE DE DADOS

Os resultados obtidos no presente estudo foram expressos pela temperatura da área irradiada e contra lateral, em mínima, média e máxima. Foi calculado a média e a taxa de variação das temperaturas, além de informações complementares que foram incluídas como dado clínico (dose diária e total de irradiação e grau da radiodermite).

As imagens térmicas foram analisadas no software Flir Tools® com apoio da ferramenta ellipse, que foi aplicada na área irradiada para delimitar a leitura da temperatura mínima, média e máxima, na escala de cores em tom lava. A faixa de temperatura ficou em 19,0°C a 37,0°C.

Os dados coletados foram registrados em Microsoft Excel® e posteriormente inseridos no programa *IBM SPSS 25.0* para análise com um nível de significância de um valor de 0,05 (5%). Foi aplicado o teste Shapiro-Wilk para verificar a distribuição dos dados, e na sequência, foi realizada a estatística descritiva com as medidas de posição e dispersão.

Para analisar a correlação entre as variáveis grau da radiodermite e dose acumulada de irradiação, foram utilizados o Teste de Wilcoxon e o Teste de Mann Whitney para comparar as médias de temperaturas entre os momentos de avaliação e os lados: comprometido e contra-lateral. Também foi aplicado o teste de Kruskal Wallis com pós hoc de Mann Whitney, para comparar a dose média de irradiação com

o grau da radiodermite. Por fim, foi aplicado o Teste de Spearman para analisar o coeficiente de correlação (fraca, moderada e forte). Foram consideradas correlações fracas abaixo de 0,4; moderadas entre 0,41 e 0,75; e forte acima de 0,76 (ULBRICHT; BERALDO; RIPKA; 2016).

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização da amostra

Após a coleta de dados, 11 participantes foram excluídos devido ao registro de imagens termográficas com baixa qualidade. Assim, a amostra foi composta por 76 participantes, sendo a maior parte do sexo masculino (60 participantes – 79%) e apenas 16 participantes do sexo feminino (21%). Dentre eles, 33 (43,4%) participantes declararam ter hipertensão, 9 (11,8%) declararam ter diabetes e 23 (30,2%) outras comorbidades.

Entre os participantes, nenhum estava utilizando produtos (cosméticos e dermocosméticos) na área da radiodermite. No mais, 53 (70%) participantes apresentaram algum sinal de radiodermite e a mediana de dose diária de tratamento foi de 212 (cGy), conforme Tabela 1, que traz as informações complementares de caracterização da amostra.

Tabela 1 - Caracterização da amostra dos participantes que receberam radioterapia.

Variável	Radiodermite	N	Mediana	25th	50th	75th
Idade (anos)	Não	23	59	54.50	59.00	67.00
	Sim	53	62	55.00	62.00	69.00
Altura (m)	Não	23	1.62	1.57	1.62	1.69
	Sim	53	1.67	1.60	1.67	1.70
Peso (Kg)	Não	23	59.50	49.75	59.50	72.20
	Sim	53	67.80	58.30	67.80	81.30
Índice de Massa Corporal	Não	23	21.48	17.26	21.48	27.14
	Sim	53	25.21	21.33	25.21	28.47
Dose Diária (cGy)	Não	23	212	212.00	212.00	275.00
	Sim	53	212	200.00	212.00	212.00
Temperatura Central (°C)	Não	23	36.10	35.75	36.10	36.40
	Sim	53	36.10	35.90	36.10	36.20

Fonte: Autor (2022).

Em relação ao tratamento de radioterapia, foram identificados cinco modelos de aceleradores lineares: CX; IX; 600#3; 2100; e 600#0. Além disso, foram utilizadas dois tipos de energia nas aplicações da radiação, fótons e elétrons, numa intensidade que variou entre 6 MeV e 9 MeV para a energia de elétron, e 6 MV para a energia de fóton.

Foram identificados cinco tipos de histologia oncológica entre os participantes: carcinoma escamo celular, carcinoma basocelular, carcinoma pouco diferenciado, glioblastoma e sarcoma de Kaposi, e irradiados 24 pontos distintos. Entre o total de 76 participantes, 59 (78%) participantes tinham câncer na região de cabeça e pescoço e 17 (22%) participantes câncer de pele não melanoma (coforme apresentado na Tabela 2) na região facial. Quanto a realização da cirurgia para retirada do tumor 26 (34%) participantes já haviam realizado o procedimento.

Todos os pacientes com câncer de cabeça e pescoço receberam o tratamento com a energia de fóton com uma intensidade de 6 MV (Tabela 2) e o grau I da radiodermite foi identificado a partir do acúmulo médio de 1908 cGy (décima sessão de radioterapia).

Tabela 2 – Apresentação da radiodermite segundo a região tratada, realização de cirurgia para retirada do tumor, tratamento concomitante e intensidade da radiação.

Região do câncer	N	Presença de Radiodermite N (%)	Grau da Radiodermite N (%)	Pós-cirurgia N (%)	Quimioterapia concomitante N (%)	Intensidade (MV ou MeV) N (%)
Cabeça e pescoço	59	45 (76%)	I – 38 (64%) II – 7 (12%)	16 (27%)	27 (46%)	6 MV- 59 (100%)
Pele não melanoma	17	8 (47%)	I – 5 (29%) II – 2 (12%) III – 1 (6%)	10 (59%)	0 (0%)	6MeV – 14 (59%) 9MeV – 3 (18%)

Fonte: Autor (2022).

Para os pacientes com câncer de pele não melanoma, a maior parte deles (10=59%) receberam o tratamento com a energia de elétron em uma intensidade de 6 MeV (Tabela 2), nos demais a intensidade foi de 9 MeV.

4.2 Análise da influência da temperatura no grau da radiodermite segundo a classificação qualitativa

Quanto a influência da radiação na temperatura da pele no lado comprometido para a radiodermite grau I (Figura 1) foi possível verificar que existiu diferença significativa tanto nas temperaturas imediatamente pré ou pós irradiação quando

comparados com os pacientes sem radiodermite. Contudo, para a radiodermite grau II (Figura 2), o momento ideal para o diagnóstico seria pós-irradiação e apenas as temperaturas máximas ou médias deveriam ser consideradas (Tabela 3).

Quanto a diferenciação entre os graus de radiodermite (Tabela 3), seguindo a classificação entre grau I e II preconizada pela escala qualitativa, não foi possível visualizar diferença significativa pela análise térmica ou pela dose média acumulada.

A dose média acumulada de radiação na área tumoral pré-irradiação foi significativamente diferente ($p < 0,05$) para quem não apresentou o quadro de radiodermite (grau 0= 2295 cGY) em relação a quem teve o diagnóstico.

Contudo, não ocorreu diferença significativa entre os graus que classificam a severidade dos sintomas: grau I (4047 cGY), grau II (5011 Cgy) ou grau III (3800 cGY) com apenas um caso.

Esses dados demonstram que existe um campo de estudo para o desenvolvimento de uma nova classificação baseada em valores matemáticos e não apenas sintomatológicos e visuais.

Tabela 3 - Perfil da temperatura da pele pré e após a irradiação da dose do dia de acordo com o diagnóstico clínico do grau de radiodermite na área do tumor.

	GRAU DA RADIODERMITE		
	Sem Radiodermite	I	II
	Média (°C)	Média (°C)	Média (°C)
ALE_MÁXIMA	33,56 _a	34,85 _b	34,73 _{a,b}
ALE_MÉDIA	32,88 _a	34,17 _b	33,93 _{a,b}
ALE_MÍNIMA	32,09 _a	33,52 _b	33,07 _{a,b}
DLE_MÁXIMA	33,55 _a	35,23 _b	35,19 _b
DLE_MÉDIA	32,93 _a	34,72 _b	34,70 _b
DLE_MÍNIMA	32,24 _a	34,15 _b	33,87 _{a,b}

ALE = Temp. Lado Comprometido Antes da Irradiação.

DLE = Temp. Lado Comprometido Depois da Irradiação.

Nota: os valores na mesma linha e subtabela que não compartilham o mesmo subscrito (^a ou ^b) são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) no teste de igualdade de duas etapas para médias de coluna.

Fonte: Autor (2022).

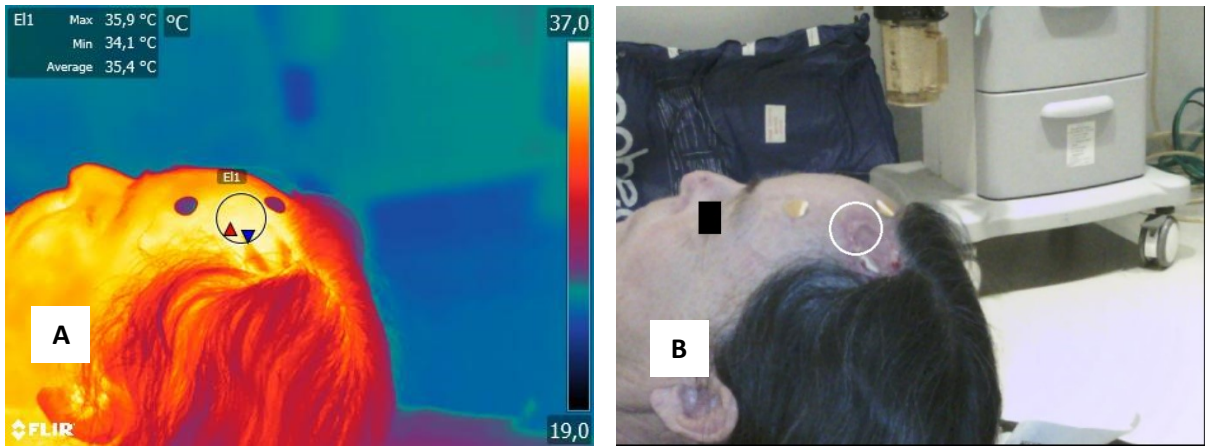


Figura 1. Termograma (imagem A) e fotografia (imagem B) antes de irradiar o foco primário do tumor (dose acumulada em 2475cGY) - Radiodermite classificada como grau I caracterizada por eritema leve. Fonte: Autor (2022)

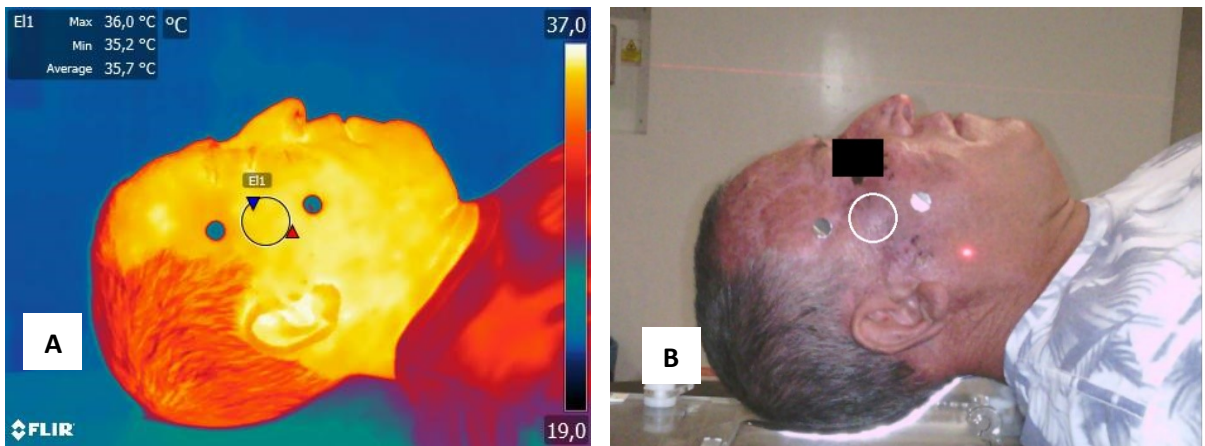


Figura 2. Termograma (imagem A) e fotografia (imagem B) antes de irradiar o foco primário do tumor (dose acumulada em 3300cGY) - Radiodermite grau II caracterizada por eritema e edema moderado. Fonte: Autor (2022)

4.3 Análise térmica dos participantes com câncer na região de cabeça e pescoço com irradiação no plano 3D

Nesse subgrupo com 59 participantes, a irradiação foi realizada tanto no foco primário do tumor como em áreas adjacentes (assim, o lado contralateral também recebeu algum grau de irradiação).

A Tabela 4 compara o lado acometido (foco primário da radiação) com o lado contralateral (foco secundário). Os dados mostram que a radiação impacta na temperatura da área irradiada e que conforme o esperado, as temperaturas no lado comprometido (máximas, médias ou mínimas) são significativamente maiores que as

do lado contralateral, tanto imediatamente antes, ou após a irradiação. Lembrando que conforme demonstrado na Tabela 2, que 26 (34%) participantes já haviam realizado cirurgia para a retirada do tumor.

Tabela 4 - Comparação das temperaturas da pele entre os lados acometido e contralateral, em cada momento de avaliação. Irradiação bilateral N = 59.

		Média (°C)	Desvio Padrão	p valor (Wilcoxon)
Antes da Irradiação	ALE_MÁXIMA	34,65	1,26	0,010
	ALC_MÁXIMA	34,33	1,17	
	ALE_MÉDIA	34,02	1,51	0,001
	ALC_MÉDIA	33,66	1,34	
	ALE_MÍNIMA	33,49	1,68	<0,001
	ALC_MÍNIMA	33,05	1,45	
Após a Irradiação	DLE_MÁXIMA	35,01	1,13	0,006
	DLC_MÁXIMA	34,72	1,09	
	DLE_MÉDIA	34,53	1,18	<0,001
	DLC_MÉDIA	34,17	1,23	
	DLE_MÍNIMA	34,05	1,37	<0,001
	DLC_MÍNIMA	33,61	1,33	

ALE = Temp. Lado Comprometido Antes da Irradiação.

DLE = Temp. Lado Comprometido Depois da Irradiação.

ALC = Temp. Lado Contralateral Antes da Irradiação.

DLC = Temp. Lado Contralateral Depois da Irradiação.

Fonte: Autor (2022).

Quando se comparam os momentos imediatamente pré e pós irradiação, de ambos os lados (acometido e contralateral), as temperaturas (máximas, médias e mínimas) após irradiar são significativamente maiores do que antes de receber nova dose do tratamento, conforme o esperado, uma vez que ambos recebem o tratamento (Tabela 5).

Tabela 5 - Comparação das temperaturas da pele entre os momentos de avaliação, em cada lado avaliado (acometido e contralateral). Irradiação bilateral N = 59.

		Média (C°)	Desvio Padrão	p valor (Wilcoxon)
Lado Acometido	ALE_MÁXIMA	34,55	1,26	<0,001
	DLE_MÁXIMA	34,96	1,17	
	ALE_MÉDIA	33,89	1,50	<0,001
	DLE_MÉDIA	34,49	1,21	
	ALE_MÍNIMA	33,32	1,71	<0,001
	DLE_MÍNIMA	34,00	1,41	
Lado Contralateral	ALC_MÁXIMA	34,27	1,20	<0,001
	DLC_MÁXIMA	34,70	1,14	
	ALC_MÉDIA	33,58	1,36	<0,001
	DLC_MÉDIA	34,16	1,28	
	ALC_MÍNIMA	32,96	1,47	<0,001
	DLC_MÍNIMA	33,61	1,38	

ALE = Temp. Lado Comprometido Antes da Irradiação.
DLE = Temp. Lado Comprometido Depois da Irradiação.
ALC = Temp. Lado Contralateral Antes da Irradiação.
DLC = Temp. Lado Contralateral Depois da Irradiação.
Fonte: Autor (2022).

4.4 Análise térmica dos participantes com câncer de pele não melanoma com irradiação no plano 2D

Neste caso, os pacientes são irradiados somente no lado comprometido. A Tabela 6 compara o lado comprometido (foco primário da radiação) com o lado contralateral (que não recebeu radiação). Desta vez, existe diferença significativa nas temperaturas médias e máximas, apenas após irradiar o lado comprometido.

Apesar de todas as temperaturas no lado acometido serem maiores que as do lado contralateral em todos os momentos, este subgrupo é composto por apenas 17 pessoas, o que pode explicar a ausência de significância estatística nas temperaturas mínimas e entre as temperaturas imediatamente pré-irradiar.

Quando se compara os momentos pré e pós irradiação (Tabela 7), de ambos os lados (acometido e contralateral), logo após irradiar verifica-se que não existe uma diferença estatística entre as temperaturas (máximas, médias ou mínimas).

A respeito desse assunto novos estudos devem ser realizados para verificar se foi uma questão referente ao tamanho da amostra ou, se é realmente necessário um tempo maior para que o processo inflamatório seja percebido após o recebimento da nova dose de radiação.

Tabela 6 - Comparação das temperaturas da pele entre os lados acometido e contralateral, em cada momento de avaliação. Irradiação unilateral N = 17.

		Média (C°)	Desvio Padrão	p valor (Wilcoxon)
		ALE_MÁXIMA	33,80	0,053
		ALC_MÁXIMA	32,75	
Antes da Irradiação	ALE_MÉDIA	32,89	2,59	0,069
	ALC_MÉDIA	31,77	1,90	
	ALE_MÍNIMA	31,57	2,59	0,055
	ALC_MÍNIMA	30,50	2,11	
		DLE_MÁXIMA	33,78	0,044
		DLC_MÁXIMA	32,98	
Após a Irradiação	DLE_MÉDIA	33,01	2,96	0,019
	DLC_MÉDIA	31,86	2,18	
	DLE_MÍNIMA	31,75	3,19	0,148
	DLC_MÍNIMA	30,55	2,73	

ALE = Temp. Lado Comprometido Antes da Irradiação.
DLE = Temp. Lado Comprometido Depois da Irradiação.
ALC = Temp. Lado Contralateral Antes da Irradiação.
DLC = Temp. Lado Contralateral Depois da Irradiação.
Fonte: Autor (2022).

Tabela 7 - Comparação das Temperaturas da pele entre os momentos de avaliação, em cada lado avaliado (acometido e contralateral). Irradiação Unilateral N = 17.

		Média (C°)	Desvio Padrão	p valor (Wilcoxon)
Lado Acometido	ALE_MÁXIMA	33,80	2,69	0,191
	DLE_MÁXIMA	33,58	2,98	
	ALE_MÉDIA	32,89	2,59	0,691
	DLE_MÉDIA	32,81	3,10	
	ALE_MÍNIMA	31,57	2,59	0,865
	DLE_MÍNIMA	31,61	3,33	
Lado Contralateral	ALC_MÁXIMA	32,86	1,78	0,569
	DLC_MÁXIMA	32,99	2,21	
	ALC_MÉDIA	31,93	1,94	0,877
	DLC_MÉDIA	31,84	2,25	
	ALC_MÍNIMA	30,71	2,19	0,691
	DLC_MÍNIMA	30,47	2,79	

ALE = Temp. Lado Comprometido Antes da Irradiação.
DLE = Temp. Lado Comprometido Depois da Irradiação.
ALC = Temp. Lado Contralateral Antes da Irradiação.
DLC = Temp. Lado Contralateral Depois da Irradiação.
Fonte: Autor (2022).

4.5 Análise de correlação entre os fatores intrínsecos, extrínsecos e dados térmicos no aparecimento da radiodermite

Foram analisadas as correlações referentes aos fatores intrínsecos (Idade, IMC - Índice de Massa Corporal e grau da radiodermite), fatores extrínsecos (dose acumulada, dose pré-irradiação, dose diária) e térmicos (temperaturas: do lado comprometido antes da radiação (ALE) e do lado comprometido depois da radiação (DLE)), e o delta do lado comprometido (diferença entre as temperaturas médias antes e depois de irradiar), conforme apresentado na Tabela 8.

Foram obtidas fracas correlações entre o delta da temperatura do lado comprometido com a idade (0,355), ALE com a dose pré irradiação (0,332) e entre a dose diária com o IMC.

Enquanto que, correlações médias foram encontradas entre a dose imediatamente pré irradiação e o grau de radiodermite (0,562) e DLE com a dose imediatamente pré irradiação (0,474).

Tabela 8 - Correlação entre o grau da radiodermite, fatores térmicos, extrínsecos e intrínsecos.

	Grau da radiodermite	Idade	Índice de Massa Corporal	Dose diária (cGY)	Dose pré irradiação (cGY)	ALE Média (C°)	DLE Média (C°)	Delta lado comprometido
Grau da radiodermite	1,000	0,055	0,176	-0,238*	0,562**	0,202	0,325**	0,220
Idade		1,000	0,411**	0,209	0,012	0,052	0,263*	0,355**
Índice de Massa Corporal			1,000	0,365**	-0,020	-0,217	-0,028	0,257*
Dose diária (cGY)				1,000	-0,205	-0,155	-0,058	-0,035
Dose pré irradiação					1,000	0,332**	0,474**	0,251*
ALE_MÉDIA						1,000	0,819**	-0,301*
DLE_MÉDIA							1,000	0,189
Delta lado Comprometido								1,000

* *p<0,001

ALE = Temp. Lado Comprometido Antes da Irradiação.

DLE = Temp. Lado Comprometido Depois da Irradiação.

Fonte: Autor (2022).

Ainda pode-se calcular a razão de chances de apresentar radiodermite entre os participantes com câncer de pele e câncer de cabeça e pescoço (Tabela 9). Os participantes com câncer de cabeça e pescoço apresentam 3,61 vezes mais chances de ter radiodermite do que a amostra com câncer de pele.

Tabela 9. Prevalência de radiodermite em participantes com câncer de pele, cabeça e pescoço.

	Cabeça e Pescoço	Pele
Radiodermite	76,27%	47,05%
Sem Radiodermite	23,72%	57,94%

Fonte: Autor (2022).

E por fim, calculou-se a razão de chances de apresentar radiodermite entre os participantes que realizavam quimioterapia (Tabela 10). Neste caso, não se observou

associação entre a realização de quimioterapia e o desenvolvimento da radiodermite ($p=0,802$).

Tabela 10. Prevalência de radiodermite em participantes com tratamento de radioterapia exclusiva e radioterapia com quimioterapia.

	Com Quimioterapia	Sem Quimioterapia
Radiodermite	71,05%	68,42%
Sem Radiodermite	28,94%	31,57%

Fonte: Autor (2022).

5 DISCUSSÃO

Os sintomas da radiodermite em geral estão associados a desconforto, queimação da pele, prurido e dor que tem impacto negativo na qualidade de vida do paciente (KIPRIAN *et al.*, 2022; SPASIĆ *et al.*, 2018). Além disso, ainda pode ocorrer alteração da imagem corporal, depressão e sintomas de ansiedade, que se somam aos danos gerados pelo câncer, impactando principalmente nos domínios de função física e cognitiva da qualidade de vida (CARDOZO *et al.*, 2020), e conforme o Quadro 1, da presente pesquisa, extraído do INCA (2008), essa lesão pode ter os sintomas classificados entre o grau I ao IV, sendo leve a severo, respectivamente. Em nossa amostra 70% dos participantes estavam com algum grau de radiodermite, sendo que 76% tinham câncer de cabeça e pescoço e 47% de pele não melanoma na região facial.

Quanto a incidência da lesão, o estudo de Bontempo *et al.* (2021) afirma ser o primeiro estudo brasileiro que tenha realizado a estimativa em pacientes com câncer submetidos a radioterapia. O estudo acompanhou 112 participantes, e a incidência variou de 48% a 100%, sendo a mais alta no grupo de participantes com câncer de cabeça e pescoço (que representaram 31 pessoas da amostra).

Quanto aos fatores de risco intrínsecos para o desenvolvimento da radiodermatite, 64,4% (49) dos nossos participantes declararam algum tipo de comorbidade, mas não apresentavam idade avançada ou alterações no IMC (maior que 25 ou muito baixo, demonstrando baixo estado nutricional). Kiprian *et al.* (2022), cita que os principais fatores intrínsecos que podem impactar no desenvolvimento da radiodermatite são pacientes idosos, obesos e fumantes.

Em relação aos fatores de risco extrínsecos relacionados ao tratamento, como fração de dose (< 200 cGY), dose total e a técnica utilizada, são muito importantes e podem influenciar a gravidade da reação cutânea (KIPRIAN *et al.*, 2022). Em nosso estudo a mediana de dose diária foi de 212 cGY, conforme Tabela 1, sendo o grau I predominante na amostra tanto para os voluntários com câncer de cabeça e pescoço (64%) quanto para o grupo com câncer de pele não melanoma (29%) (Tabela 2).

Ainda nesta pesquisa, foi possível observar diferenças significativas na temperatura da pele comparando os participantes com e sem radiodermite. A temperatura média máxima para a área com radiodermite grau I foi 34,85°C antes de irradiar, e 35,23°C depois de irradiar, e em contrapartida, a amostra sem radiodermite

teve uma média máxima de 33,56°C antes de irradiar e 33,55°C após irradiar, conforme Tabela 3. O grau I e II, estão representados na Figura 1 e 2, respectivamente. Quanto a associação da temperatura no grau da radiodermite, segundo a classificação qualitativa, poucos estudos foram publicados a este respeito, pois somente nos últimos anos com o aprimoramento da tecnologia termográfica os pesquisadores voltaram a se interessar pela técnica que vem apresentando resultados promissores nos mais diversos campos (VERSTOCKT *et al.*, 2022; MAILLOT *et al.*, 2018).

O eritema, sintoma inicial da radiodermite, é dose dependente e pode ser assintomático, e ele resulta do desequilíbrio entre os processos anti e pró inflamatórios (KIPRIAN *et al.*, 2022), que desencadeia na obliteração das arteríolas (SPASIĆ *et al.*, 2018). Clinicamente a pele fica edemaciada e quente, calor este que foi evidenciado na análise termográfica.

O grau I da radiodermite, além do eritema, é ainda acompanhado por epilação, e também pode ocorrer despigmentação, e por fim, se inicia o processo da descamação seca, que se desenvolve como resultado da redução da camada ativa da epiderme (em geral na segunda semana de radioterapia). Isso gera uma divisão nas células sobreviventes (que ocorre entre a segunda e quarta semana de radioterapia. A manifestação clínica é o prurido e a descamação da pele (SPASIĆ *et al.*, 2018).

Entre a quarta ou quinta semana de tratamento se inicia, em geral, a sintomatologia do grau II, onde o eritema se torna doloroso, o edema é moderado, ocorre o incremento do prurido e a descamação seca evolui para a úmida (KIPRIAN *et al.*, 2022). A descamação úmida se desenvolve como consequência do dano à camada basal, com danos aos elementos vasculares permitindo que o fluído seja difundido dos capilares da derme para a superfície da pele (SPASIĆ *et al.*, 2018). Pode ocorrer também pigmentação da pele como resultado da produção de melanina pelos melanócitos (SPASIĆ *et al.*, 2018).

Esta é uma fase de transição, onde alguns sintomas se sobrepõem, que em nosso trabalho não pode ser diferenciada do grau I nem por meio da análise termográfica, nem pela análise da dose média acumulada.

Talvez as alterações vasculares que ocorrem entre uma fase e outra, e são aferidas de forma quantitativa pela análise termográfica e pela soma das doses já

recebidas (acumuladas), ocorram em momento diferente da visualização de determinado sintoma quando o mesmo efetivamente é classificado na escala visual.

Em relação as escalas qualitativas, Behrozian *et al.* (2021) descrevem que apesar da alta prevalência de radiodermatite, há um consenso limitado devido a falta de padronização entre os instrumentos utilizados e que por isso não existe um único instrumento considerado como “padrão ouro”. Na sua pesquisa os instrumentos (escalas) de avaliação normalmente utilizados apresentaram confiabilidade, validade e concordância insuficientes (eficácia de mínima a moderada).

Anos antes, essa mesma problemática já havia sido abordada no estudo de Huynh-Le *et al.* (2014), em uma pesquisa realizada com 250 oncologistas para avaliar as escalas de toxicidade tardia NCI CTC e RTOG após radioterapia de próstata. Os autores mostraram uma moderada concordância ao usarem a escala NCI CTC (ICC=0,52) e concordância apenas razoável usando a RTOG (ICC=0,28). As conclusões recomendam que definições mais claras para classificação de toxicidade deveriam ser construídas.

Quanto aos demais graus da escala, o grau III é descrito por descamação úmida confluenta, pigmentação e edema, e o grau IV pela presença de ulceração, hemorragia e/ou necrose (ZASADZIŃSKI *et al.*, 2022; KIPRIAN *et al.*, 2022). Essas fases não foram analisadas, pois tivemos somente um caso de radiodermatite grau III e nenhum no grau IV.

Spasić *et al.* (2018), descrevem que a ulceração e a necrose são eventos mais raros e ocorrem em geral após uma re-irradiação, devido a infecção dos elementos vasculares e do tecido conjuntivo que são danificados pela radiação. Contudo, a partir do grau III, a continuidade do tratamento é dependente de um parecer médico quando, em geral, o tratamento é interrompido até a redução ou cicatrização completa da lesão. Essa interrupção, pode reduzir as taxas de cura e também servir como fator preditivo para a reação tardia com fibrose (CARDOZO *et al.*, 2020; BONTEMPO *et al.*, 2020).

Maillot *et al.* (2018), descreve que em seu estudo foi observado um aumento notável da temperatura durante o curso da radioterapia em todos os pacientes. Os autores sugerem que com um limite de 1,4°C de diferença definido de antemão, entre a mama irradiada e a sadia, assim, seria possível antecipar a ocorrência da radiodermite induzida pela radiação (com valores preditivos positivos e negativos de 70% e 77% respectivamente). Em nosso estudo foi possível demonstrar a significância

estatística ($p < 0,001$) da alteração térmica na área irradiada, ao comparar a temperatura da pele do lado comprometido com contralateral (Tabela 4).

De Ruysscher *et al.* (2019), estudaram a toxicidade da radioterapia em crianças, e Martelletti *et al.* (2022), estudaram a incidência da radiodermite no tratamento hipofracionado para o câncer de mama, e ambos destacam, que existe relação dose dependente da irradiação com o surgimento da radiodermite, e que a gravidade está associada ao acúmulo no decorrer do tempo. O que corrobora com os dados do nosso estudo, onde encontramos diferenças significativas ($p < 0,001$) entre as temperaturas avaliadas após a irradiação ao compará-las com o momento pré radioterapia (Tabela 5).

Plaza *et al.* (2022), estudaram a reação térmica da área irradiada com o recurso da termografia, uma câmera no modelo FLIR System E60, em um grupo de participantes do sexo feminino com câncer de mama, e compararam com um grupo de 50 participantes saudáveis. Os resultados indicaram um aumento de temperatura na terceira semana de tratamento, em comparação aos valores antes de iniciar a radioterapia ($p < 0,001$), um aumento de $0,8^{\circ}\text{C}$ (PLAZA *et al.*, 2022).

Li-Min *et al.* (2016) em sua pesquisa, usaram um dosímetro termoluminescente na área irradiada para detectar a consistência entre o acúmulo da dose de irradiação e a severidade da radiodermite, em uma amostra composta por participantes com câncer de mama, e para tal análise foi utilizado o teste de McNemar, com um $p = 0,0108$, sendo estatisticamente significativo que, quanto maior a dose maior é o grau da radiodermite.

O estudo de Sekine *et al.* (2000), acompanhou nove casos em tratamento de câncer de mama, obteve o mesmo resultado descrevendo diferenças térmicas significativas ($p < 0,01$) no momento antes da radiação entre o lado sadio ($34,1^{\circ}\text{C} \pm 1,5$) e o comprometido ($35,2 \pm 0,6$).

Saednia *et al.* (2020), registraram imagens térmicas de participantes com câncer de mama, com objetivo de aplicar métodos de *machine learning* nas imagens. Durante a análise foi possível observar a alteração da temperatura da área irradiada conforme as aplicações da radioterapia progrediam. Como resultado, os dados indicaram que foi significativo ($p = 0,029$) o aumento térmico para participantes que atingiram um score maior que 2 na escala de efeitos adversos aplicada, CTCAE (*Common Terminology Criteria for Adverse Events*) (SAEDNIA *et al.*, 2020).

Baic *et al.* (2021), descrevem que a temperatura da pele irradiada reflete a alteração metabólica local ocasionada pela absorção da energia. E este mesmo grupo de pesquisadores, realizou um estudo piloto com uma amostra de participantes submetidos a radioterapia, pós mastectomia, utilizando o recurso da termografia para mapear a temperatura da pele irradiada. Eles mensuraram antes de irradiar, dois e seis meses após a conclusão do tratamento, com objetivo de compreender o processo da alteração térmica causada pela irradiação a longo prazo. A correlação entre a temperatura da área irradiada e o tempo após o término do tratamento tiveram uma correlação de Pearson de 0,77 e significância estatística ($p < 0,05$), logo, os pesquisadores sugeriram que a termografia é um recurso auxiliar viável na área assistencial do serviço de radioterapia, pois confirma o aumento da temperatura da área tratada após a irradiação.

Plaza *et al.* (2022), realizaram ainda outro estudo com 54 participantes, sendo 27 saudáveis para o grupo controle, e as outras 27 participantes tinham câncer de mama. O objetivo foi analisar o uso da termografia como recurso auxiliar na verificação da temperatura na área irradiada. Como resultado, foi confirmado o maior aumento térmico do local analisado na terceira semana, assim como no estudo anterior dos mesmos pesquisadores já citado, mas neste com um valor de $0,78^{\circ}\text{C}$. Os autores ainda descrevem que nesta mesma semana foi possível observar que todas as participantes que irradiaram desenvolveram algum grau de radiodermite, outro dado que fomenta o uso da tecnologia como apoio clínico (PLAZA *et al.*, 2022).

A análise térmica do nosso estudo demonstrou que a radiação impactou na temperatura da área irradiada e que conforme o esperado, as temperaturas no lado comprometido eram significativamente maiores que as do lado contralateral. Todos os participantes com câncer de cabeça e pescoço foram irradiados utilizando a energia de fótons com uma intensidade de 6 MV, com a dose total fracionada entre 30 a 35 sessões. Dependendo da dose total, alguns autores recomendam o fracionamento em até 30 doses, como ocorreu no estudo de Petkar *et al.* (2016), que focava na disfagia (outro efeito colateral que pode advir da radioterapia).

Quanto a incidência de radiodermite, estudo de Cardozo *et al.* (2020), com 167 participantes, mostrou que 99,6% apresentaram radiodermite (64,7% com grau I, 23,4% com grau II e 11,4% com grau III). Os autores não observaram associação significativa entre as características sociodemográficas e as comorbidades (separadamente). Quanto associaram hipertensão e diabetes verificaram um risco

relativo quatro vezes maior de desenvolver a radiodermite. A maior incidência neste estudo, pode ter ocorrido devido ao uso da técnica 2D (pois estes participantes apresentavam risco relativo seis vezes maior de desenvolver radiodermite severa).

Quanto aos participantes com câncer de pele não melanoma que irradiaram com planejamento em 2D, a amostra foi composta por 17 participantes (47% desenvolveram radiodermite, e todos tinham câncer de pele não melanoma).

Os câncer de pele é o tipo mais prevalente em humanos e se refere a uma série de entidades patológicas originárias de várias células da epiderme e derme, sendo subdivido principalmente em melanoma e não melanoma. (VERSTOCKT *et al.*, 2022; ZELIN *et al.*, 2021). Estes autores descrevem outros tratamentos eficazes, que muitas vezes têm menos impacto na qualidade de vida dos pacientes, por isso é recomendado o rastreamento para populações de risco moderado a alto. Em nosso estudo foi encontrado diferença estatística significativa (Tabela 6) entre o lado irradiado e o contralateral para as temperaturas média ($p=0,019$) e máxima ($p=0,044$) após irradiar, já na comparação pré e pós irradiar no mesmo lado (Tabela 7) não foram observadas diferenças significativas.

Quanto a análise térmica, apesar de todas as temperaturas no lado acometido serem maiores que as do lado contralateral em todos os momentos, verificamos que existiu diferença significativa nas temperaturas médias e máximas, apenas após irradiar o lado comprometido. Isso pode ter ocorrido devido ao pequeno tamanho da amostra.

Para este grupo a radioterapia foi aplicada com a energia de elétron na intensidade de 6 MeV (59%) e 9 MeV (18%), com dose total de 3300 cGy e 6000 cGy, distribuídas entre 10 a 20 sessões. Desta forma, a nossa amostra apresentou uma dose total maior em 500 cGy do que é apresentado no estudo de Zaorsky *et al.* (2017), que descreve a dose final 5500 cGy também distribuída entre 10 a 20 sessões.

Baic *et al.* (2022), realizaram um estudo sobre o uso do recurso termográfico na radioterapia, analisando a temperatura da área tratada a longo prazo, com um tamanho amostral de 144 mulheres, diferente do estudo anterior (2021), já citado. Nesta amostra tinham mulheres saudáveis e mulheres que trataram câncer de mama com radioterapia. Foi observado significância estatística ($p<0,05$) ao comparar a temperatura da pele irradiada com um grupo controle de mulheres saudáveis, através do uso da termografia.

Pensando na correlação entre a avaliação quantitativa e a qualitativa, Sekine *et al.* (2020) avaliou 43 participantes em tratamento para o câncer de mama, utilizando a escala CTCAE 4.0 (*National Cancer Institute Common Terminology Criteria for Adverse Events*), verificou que as medições quantitativas detectaram os efeitos da irradiação mais cedo do que os índices qualitativos. No entanto, avaliando os sintomas específicos da radiodermite tanto a avaliação qualitativa como a quantitativa apresentaram cursos de tempo e períodos de pico semelhantes. No estudo destes autores, a determinação de correlações entre os valores qualitativos e quantitativos foi um objetivo importante e eles descrevem uma correlação moderada da nota CTCAE para a presença do eritema em 5 semanas de irradiação, e uma fraca correlação do grau de eritema (limitação quanto ao julgamento da severidade do sintoma) mesmo momento. Em nosso estudo, quando a avaliação termográfica é realizada antes do tratamento com a nova dose diária, a correlação fica em 0,332, enquanto que há uma correlação média entre a dose pré-irradiação e o grau da radiodermite (0,562), e uma correlação moderada (0,474) entre a temperatura média do lado comprometido imediatamente depois da irradiação e a dose pré-irradiação, conforme Tabela 8.

Assim, independentemente de se utilizar uma escala quantitativa ou qualitativa, é importante focar no diagnóstico nas fases iniciais da radiodermite para evitar sua progressão e a interrupção do tratamento.

Em relação aos participantes com câncer na região de cabeça e pescoço, que irradiaram com planejamento em 3D, nós acompanhamos 59 participantes, e destes, 64% desenvolveram radiodermite grau I e 12% grau II. A chance do participante com câncer de cabeça e pescoço apresentarem algum grau de radiodermite, é 3,61 vezes maior que o participante com câncer de pele (Tabela 9), e a literatura destaca que o fato pode estar associado as condições clínicas e a área tratada, por ser uma região de fricção, com umidade e/ou dobras (FERREIRA, 2015; BRASIL, 2008; CABRAL *et al.*, 2021).

O estudo de Bontempo *et al.* (2021) descreve que todos os 31 participantes acompanhados apresentaram algum grau de radiodermite ao longo do tratamento, com tempo médio para a primeira ocorrência do evento de 11 dias. Em relação a classificação, somente um participante havia sido diagnosticado com radiodermite grau III.

Cabral *et al.* (2021), realizaram um estudo sobre o impacto da radiodermite em pacientes com câncer de cabeça e pescoço. A amostra foi composta por 10 participantes, que concluíram o tratamento, cujo planejamento foi em 3D com uma dose total aproximadamente em 7000cGY, aplicado entre 35 a 39 sessões, com feixe de fótons e uma intensidade de 6MV, características semelhante ao presente estudo, no entanto 100% da amostra apresentou algum sinal e/ou sintoma de radiodermite ao longo do tratamento (CABRAL *et al.*, 2021).

Em nossa amostra 46% dos participantes que estavam em tratamento para o câncer na região de cabeça e pescoço, também estavam recebendo quimioterapia. No presente estudo não se observou associação entre a realização de quimioterapia e o desenvolvimento da radiodermite ($p=0,802$), conforme Tabela 10. Esse resultado difere do que traz a literatura recente, onde diz que o tratamento concomitante com quimioterapia favorece o desenvolvimento de radiodermatite mais grave (KIPRIAN *et al.*, 2022).

Autores descrevem que isso ocorre porque o mecanismo de ação das drogas sistêmicas é muito semelhante ao da radiação o que acaba por sensibilizar as células cutâneas (KIPRIAN *et al.*, 2022). Por exemplo, autores como Bernier *et al.* (2008) perceberam que os pacientes que recebiam cetuximab (concomitantemente à radioterapia para câncer de cabeça e pescoço localmente avançado) apresentavam características fisiopatológicas e clínicas diferentes dos demais. Isso ocorria porque a administração sistêmica deste inibidor EGFR (Receptores do Fator de Crescimento Epidérmico), resultava em uma supra regulação do inibidor de crescimento p27^{kip} nos queratinócitos, comprometendo a diferenciação e o crescimento celular.

Quanto as limitações, nosso estudo foi realizado durante a pandemia de COVID-19 e devido as restrições impostas, seu delineamento foi transversal, desta forma não foi possível avaliar os pacientes antes de iniciado o tratamento. Da mesma forma, a pandemia impactou negativamente no tamanho de nossa amostra, resultando em grupos menores do que havíamos previsto. Por fim, a mesma pessoa realizou todas as avaliações, assim a escala qualitativa foi utilizada sem a avaliação interavaliadores. Também a diversidade entre as topografias irradiadas e distintos tumores, dificultaram análise dos resultados por segmento (topografia e tumor), bem como a heterogeneidade do tipo de irradiação (2D e 3D).

6. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que há associação entre a temperatura da pele, a dose de irradiação acumulada e o aparecimento da radiodermite. Observou-se correlação moderada entre a temperatura da pele antes (0,332) e após (0,474) irradiar com a dose acumulada. Há correlação moderada entre o grau da radiodermite e a temperatura da pele após a irradiação (0,325) e também há diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em todas as temperaturas da pele, quando se comparam a amostra com radiodermite grau 0 e grau I. Não foi encontrado diferença estatisticamente significativa entre as temperaturas após a irradiação da amostra unilateral ($p > 0,05$). E a amostra que irradiou bilateral, apresentou alteração da temperatura do lado comprometido irradiado durante o tratamento com significância estatística ($p < 0,05$).

Apesar da alta prevalência da radiodermite, as escalas para determinação do seu grau de severidade apresentam eficácia de mínima a moderada. Neste trabalho foi utilizada a RTOG e a diferenciação entre o grau I e II, não foi demonstrada pela análise termográfica e tampouco pela dose média acumulada (que sabidamente interfere no agravamento da radiodermite).

Como as medições quantitativas em geral detectam os efeitos da irradiação mais precocemente do que os índices qualitativos, nossos dados demonstram que existe um campo de estudo para o desenvolvimento de uma nova classificação baseada em valores matemáticos e não apenas sintomatológicos e visuais.

Assim recomendamos, como autores que nos precederam, que há necessidade de mais estudos para fomentar a possibilidade de construir novas ferramentas com definições mais claras para classificação da toxicidade pela radiação, sem a sobreposição de sintomatologias, considerando também critérios quantitativos. E também, fica a recomendação para pesquisas futuras com metodologia longitudinal.

Por fim, independentemente de se utilizar uma escala quantitativa ou qualitativa, é importante focar no diagnóstico nas fases iniciais da radiodermite para evitar sua progressão e a interrupção do tratamento, que pode reduzir as chances de cura.

REFERÊNCIAS

- ALFIERI, F. M. SANTOS, A. C. A. DOS. BATTISTELLA, L. R. Uso da termografia como método de avaliação na medicina física e de reabilitação. **Acta Fisiátrica**, 2017;24 (3):147–150. DOI: 10.5935/0104-7795.20170027.
- ALMEIDA, B. S. N. Tratamento manual osteopático da cefaleia analisado por termografia: relato de caso. **Pan American Journal of Medical Thermology**, 2022, v. 9, p. 001. ISSN 2358-4696. DOI: 10.18073/pajmt.2022.9.001.
- ARAÚJO, V. A. *et al.* Análise termográfica dos membros inferiores de jovens ativos após uma sessão aguda de treinamento pliométrico. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, 2018, 12 (72): 56-62. ISSN 1981-9900.
- BAIC, A. *et al.* Long-term skin temperature changes after breast cancer radiotherapy. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, 2022, 19, 6891. DOI: 10.3390/ijerph19116891.
- BAIC, A. *et al.* The Use of Thermal Imaging in the Evaluation of Temperature Effects of Radiotherapy in Patients after Mastectomy-First Study. **Sensors (Basel)**, 2021, 25;21(21):7068. DOI: 10.3390/s21217068.
- BANDEIRA, F. *et al.* A termografia no apoio ao diagnostico de lesao muscular no esporte. **Revista Brasileira De Medicina Do Esporte**, 2014, 20(1), 59–64. DOI: 10.1590/S1517-86922014000100012.
- BEHROOZIAN, T. *et al.* Radiation dermatitis assessment tools used in breast cancer: A systematic review of measurement properties. **Support Care Cance**, 2021, 29 (5), 2265 - 2278. DOI: 10.1007/s00520-020-05889-w.
- BOHJANEN, K. Estrutura e funções da pele. *In*: SOUTOR, C. HORDINSKY. **Dermatologia clínica**. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2015. 1-5.
- BONTEMPO, P. S. M. *et al.* Radiodermite aguda em pacientes com câncer: estimativa de incidência e gravidade. **Rev Esc Enferm USP**, 2021, 55: e03676. DOI: 10.1590/S1980-220X2019021703676.
- NEVES, E. B. Uso de imagens térmicas por profissionais de enfermagem: uma ferramenta valiosa. **Rev. de Salud Pública**, 2020 (XXIV) 3:95-99. DOI: 10.31052/1853.1180.v24.n3.28041.

BRASIL. INCA. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Ações de enfermagem para controle do câncer: uma proposta de integração ensino-serviço. 3 ed. Rio de Janeiro, 2008, pp. 359-69.

BRASIL. INCA. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Diretrizes para a detecção precoce do câncer de mama no Brasil. Rio de Janeiro, 2015, pp. 62.

BRASIL. INCA. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Estimativa 2020: incidência de câncer no Brasil / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. – Rio de Janeiro: INCA, 2019, pp. 26.

BRASIL. INCA. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. ABC do câncer: abordagens básicas para o controle do câncer / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. – 6. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro: INCA, 2020.

BRASIL. INCA. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. O que causa o câncer? 2022. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/causas-e-prevencao/o-que-caoa-cancer>>. Acesso em: 17. maio. 2022.

BRASIL. INCA. Tratamento do câncer: radioterapia. 2022. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/tratamento/radioterapia>>. Acesso em: 28. ago. 2022

BRIOSCHI, M.L. *et al.* O uso da termografia infravermelha na avaliação do retorno ao trabalho em programa de reabilitação ampliado (PRA). **Acta Fisiátr**, 2009, 16(2):87-92. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/actafisiatrica/article/view/103178>. Acesso em: 04. abr. 2022.

CABRAL, B. S. *et al.* Impacto da radiodermite na estética corporal de pacientes com câncer de cabeça e pescoço. **Rev. Enferm. UFSM - REUFSM Santa Maria**, 2021, 11, 58, 1-16, 2021. DOI: 10.5902/2179769261521.

CARDOZO, A. DOS S. *et al.* Radiodermatite severa e fatores de risco associados em pacientes com câncer de cabeça e pescoço. **Texto Contexto Enferm**, 2020, 29:e20180343. DOI: 10.1590/1980-265X-TCE-2018-0343.

CÔRTE, A. C. R. HERNANDEZ, A. J. Termografia médica infravermelha aplicada medicina do esporte. **Rev Bras Med Esporte**, 2016, 22 (4). DOI: 10.1590/1517-869220162204160783.

COSTA, C. C. *et al.* Radiodermatitis: analysis of predictive factors in breast cancer

patients. **Brazilian Journal of Cancerology**, 2019, 65(1), 1-8. DOI: 10.32635/2176-9745.RBC.2019v65n1.275.

COSTA, H. F. C. Uso da termografia nas análises dos danos musculares em atletas de caratê. **Revista Científica Multidisciplinar**. 2021. ISSN 2675-6218, 1(1), e210844. DOI: 10.47820/recima21.v1i1.844.

DE FONT-RÉAULX, E. *et al.* Thermography mapping patterns in temporal lobe epilepsy surgery. **Surgical Neurology International**, 2019, 11, 30. DOI:10.25259/SNI_549_2019.

DE RUYSSCHER, D. *et al.* **Radiotherapy toxicity. Nature Reviews Disease Primers**, 5(1). 2019. DOI: 10.1038/s41572-019-0064-5.

FERREIRA, E. B. **Intervenções tópicas para prevenção da radiodermite aguda em pacientes com câncer de cabeça e pescoço: revisão sistemática e metáanálise**. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Universidade de Brasília. p. 113. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/19027/1/2015_ElaineBarrosFerreira.pdf>. Acesso em: 12. dez. 2022.

FONTANELLE, M. L. SIMONATO, L. E. Como o tabagismo pode influenciar na saúde bucal, doença periodontal e câncer bucal. **Rev Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, 2022, 8, 11. DOI: 10.51891/rease.v8i10.7170.

FRANCO, S. F. N. G. **Avaliação da dose proveniente das imagens de verificação de radioterapia em tumores de próstata**. Dissertação de Mestrado. p. 5-6. Disponível em: <<https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/13123/1/Avalia%c3%a7%c3%a3o%20da%20dose%20proveniente%20das%20imagens%20de%20verifica%c3%a7%c3%a3o%20de%20radioterapia%20em%20tumores%20de%20pr%c3%b3stata.pdf>>. Acesso em: 18. maio. 2022.

GAIDOS, O. F. *et al.* Monitoramento da evolução da temperatura por imagens termográficas durante o procedimento de ablação por radiofrequência no fígado. **Anais... V Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e X Simpósio de Engenharia Biomédica**. ISBN: 978-85-5722-065-2. DOI: 10.29327/cobecseb.78976.

GRAHAM, P. H. *et al.* Digital photography as source documentation of skin toxicity: an analysis from the Trans Tasman Radiation Oncology Group (TROG) 04.01 post-mastectomy radiation skin care trial. **Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology**, 2012, 56, 458–463. DOI: 10.1111/j.1754-9485.2012.02365.x

HARDY, J.D. A radiação de calor do corpo humano: II. Uma comparação de alguns métodos de medição. **J Clin Invest**, 1934, 13 (4), 605–614.

HEGEDUS, F. *et al.* Radiation dermatitis: an overview. **Int J Dermatol**. 2017;56(9):909-914. DOI: 10.1111/ijd.13371.

HEIMBECHER, C. T. ULBRICHT, L. Termografia aplicada ao Fenômeno de Raynaud: Artigo de Revisão Bibliométrica. **Pan American Journal of Medical Thermology**, 2018, 4, 15-23. ISSN 2358-4696. DOI: 10.18073/pajmt.2017.4.15-23.

HUYNH-LE, M. P. *et al.* Low interrater reliability in grading of rectal bleeding using National Cancer Institute Common Toxicity Criteria and Radiation Therapy Oncology Group Toxicity scales: a survey of radiation oncologists. **International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics**, 2014, 90 (5), 1076 - 1082. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2014.08.014.

KIPRIAN, D. *et al.* How to manage radiation-induced dermatitis?. **Nowotwory. Journal of Oncology**, 2022, 72 (2), 86 – 95. DOI: 10.5603/NJO.2022.0017

LI-MIN, S. *et al.* Evaluating the consistency of location of the most severe acute skin reaction and highest skin dose measured by thermoluminescent dosimeter during radiotherapy for breast cancer. **Medical Dosimetry**, 2016. DOI: 10.1016/j.meddos.2016.02.002.

MAILLOT, O. *et al.* Evaluation of acute skin toxicity of breast radiotherapy using thermography: results of a prospective single-centre trial. **Cancer/Radiotherapie**, 2018, 22(3), 205–210. DOI: 10.1016/j.canrad.2017.10.007.

MARTELLETTI, L. B. S. J. *et al.* Incidence of acute radiodermatitis in women with breast cancer undergoing hypofractionated radiotherapy. **Rev Bras Enferm**, 2022, 75(1):e20210118. DOI: 10.1590/0034-7167-2021-0118.

MIKULSKA, D. Contemporary applications of infrared imaging in medical diagnostics. **Annales Academiae Medicae Stetinensis**, 2006, 52, 1, 35-40. PMID: 17131845.

MONTEIRO, C. E. *et al.* Assistência multiprofissional a pacientes em tratamento oncológico com radiodermite. **Revista Enfermagem Atual In Derme**, 2020, 21 (29), 80-86. DOI: 10.31011/reaid-2020-v.91-n.29-art.617.

NARANJO, I. A. V. *et al.* Estudo piloto para avaliação quantitativa de radiodermite de mama por imagens RGB. **Anais**. Porto Alegre: [s.n.], 2018. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/directbitstream/e3cd88c6-7644-4405ad51194fbf447718/002966525.pdf>>. Acesso em: 24. Fev. 2022.

OPAS. Organização Pan Americana de Saúde. Câncer. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/topicos/cancer>>. Acesso em: 24 fev. 2022.

PARK, Y.I. *et al.* A pilot study of a novel method to visualize three-dimensional dose distribution on skin surface images to evaluate radiation dermatitis. **Sci Rep**, 2022, (12) 2729. DOI: 10.1038/s41598-022-06713-7.

PASSOS, M. D. **Termografia portátil e ultrassonografia com doppler colorido em indivíduos com doença arterial obstrutiva membros inferiores: estudo comparativo**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. 2021. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/43205/1/2021_MaurodeDeusPassos.pdf>. Acesso em: 18. maio. 2022.

PETKAR, I. *et al.* DARS: a phase III randomised multicentre study of dysphagia-optimised intensity- modulated radiotherapy (Do-IMRT) versus standard intensity-modulated radiotherapy (S-IMRT) in head and neck cancer. **BMC Cancer**. 2016, 6;16(1), 770. DOI: 10.1186/s12885-016-2813-0.

PLAZA, D. *et al.* Correlation between Isotherms and Isodoses in Breast Cancer Radiotherapy-First Study. **Int J Environ Res Public Health**, 2021, 18 (2), 619. DOI: 10.3390/ijerph18020619.

PLAZA, D. *et al.* The use of infrared thermography in the assessment of thermal reaction of patients treated with radiotherapy after breast conserving procedures. **Int J Environ Res Public Health**, 2022, 18 (21), 14187. DOI: 10.3390/ijerph192114187.

PLAZA, D. *et al.* Comparison of the thermal reaction of patients after conserving procedures and after mastectomy to the radiation dose obtained during radiotherapy. **Int J Environ Res Public Health**, 2022, 19 (23), 16085. DOI: 10.3390/ijerph192316085.

QUESADA, J. I. P. *et al.* Relationship between skin temperature and muscle activation during incremental cycle exercise. **J Therm Biol**, 2015, 48, 28-35. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2014.12.005.

RING, E.F. AMMER, K. Infrared thermal imaging in medicine. **Physiol Meas**, 2012, 33(3), 33-46. DOI: 10.1088/0967-3334/33/3/R33.

RIVITTI, E. A. Manual de dermatologia clínica de Sampaio e Rivitti. Artes Médicas Editora. c. 1. p. 5. 2014. Disponível em: <<https://statics-shoptime.b2w.io/sherlock/books/firstChapter/119235536.pdf>>. Acesso em: 3. jan. 2023.

ROBIJNS, J. LAUBACH, H-J. Acute and chronic radiodermatitis: clinical signs, pathophysiology, risk factors and management options. **Journal of the Egyptian Women's Dermatologic**, 2018, 15(1), 2-9. DOI: 10.1097/01.EWX.0000529960.52517.4c.

ROCHA, D. M. *et al.* Evidências científicas sobre os fatores associados à qualidade de vida de pacientes com radiodermatite. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, 2018, 39, e2017-0224. DOI: 10.1590/1983-1447.2018.2017-0224.

ROMANOVSKY, A. A. Skin temperature: its role in thermoregulation. **Acta Physiol (Oxf)**, 2014, 210(3), 498-507. DOI: 10.1111/apha.12231.

SAEDNIA, K. *et al.* Quantitative thermal imaging biomarkers to detect acute skin toxicity from breast radiation therapy using supervised machine learning. **Int J Radiat Oncol Biol Phys**, 2020, 1, 106 (5), 1071-83. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2019.12.032.

SANTOS, E. B. *et al.* Efeitos do colete de fotobiomodulação na profilaxia de radiodermites decorrentes da radioterapia no câncer de mama: estudo piloto randomizado duplo cego. **Revista Experiências e Evidências em Fisioterapia e Saúde**, 2020, 5ed. ISSN 2595-7872.

SCHERER, G. D. L. G. *et al.* Uso de termografia por infravermelho na detecção de febre e triagem para o covid-19: fundamentos, procedimentos e boas práticas. **Covid-19 no brasil: os múltiplos olhares da ciência para compreensão e formas de enfrentamento**. c.10. p. 96. 2020. Disponível em: <https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/17614/2/USO_DE_TERMOGRAFIA_POR_INFRAVERMELHO_NA_DETECCAO_DE_FEBRE_E_TRIAGEM_PARA_O_COVID_19_FUNDAMENTOS_PROCEDIMENTOS_E_BOAS.pdf>. Acesso em: 17. maio.2022.

SEBASTIÃO, C. K. ULBRICHT, L. Termografia como método para auxílio diagnóstico do câncer de tireoide. **Pan American Journal of Medical Thermology**, 2018, 5, 19-26. ISSN 2358-4696. DOI:10.18073/pajmt.2018.5.19-26.

SEITÉ, S. *et al.* Prevention and treatment of acute and chronic radiodermatitis. **Breast Cancer** (*Dove Med Press*). 2017;9:551-557. DOI: 10.2147/BCTT.S149752.

SHIGUIHARA, D.S.I. *et al.* Tecnologias para o Diagnóstico da Radiodermite: uma Revisão Sistemática. **Arch Med (Manizales)**, 2020, 20(2), 331-343. DOI: 10.30554/archmed.20.2.3706.

SEKINE, H. *et al.* Skin reactions after breast-conserving therapy and prediction of late complications using physiological functions. **Breast Cancer**, 2000, 7, 142-148 DOI: 10.1007/BF02967446.

SEKINE, H. *et al.* Non- invasive quantitative measures of qualitative grading effectiveness as the indices of acute radiation dermatitis in breast cancer patients. **Breast Cancer**, 2020, 27 (5), 861–870. DOI: 10.1007/s12282-020-01082-3

SIEBRA, M. A. O. *et al.* O uso de imagens termográficas na detecção de câncer de mama: revisão integrativa. **Revista Interdisciplinar em Saúde**, Cajazeiras, 5 (1), jan./mar. 2017, ISSN: 2358-7490.

SOUZA, T. K. S. *et al.* Métodos computacionais aplicados ao diagnóstico de câncer de mama por termografia: uma revisão de literatura. III Simpósio de Inovação em Engenharia Biomédica. 2019. Disponível em: < <https://www.researchgate.net/publication/335174738>>. Acesso em: 18. Maio. 2022.

SPASIĆ, B. *et al.* Radiodermatitis - review of treatment options. **Serbian Journal of Dermatology and Venereology**, 2018, 10 (3), 71-81. DOI: 10.2478/sjdv-2018-0011.

TROTTA, J. ULBRICHT, L. Termografia no Diagnóstico Complementar de Doenças Músculo Esqueléticas. **Pan American Journal of Medical Thermology**, 2015, 2, 7-13. DOI: 10.18073/2358-4696/pajmt.v2n1p7-13.

ULBRICHT, L; BERALDO, L. M.; RIPKA, W. L. Análise de dados quantitativos. In: Pesquisa Científica - Do Planejamento à Divulgação. 1 ed. Jundiaí: Paco Editorial, 2016, v.1, p. 165-203. ISBN: 978-85-4620-442-7. Acesso em: 20. jan. 023. Disponível em: <<https://classroom.google.com/u/0/w/MTIxNjA5NDIxOTM0/t/all>>.

VERSTOCKT, J. *et al.* Skin cancer detection using infrared thermography: measurement setup, procedure and equipment. **Sensors**, 2022, 22, 3327, 1 – 21. DOI: 10.3390/s22093327.

WU, Y. *et al.* Characterizing human skin blood flow regulation in response to different local skin temperature perturbations. **Microvascular Research**, 2017, 111, 96-102. DOI: 10.1016/j.mvr.2016.12.007.

YOSHIKAWA, N. *et al.* Appropriate evaluation of and risk factors for radiation dermatitis in breast cancer patients receiving hypofractionated whole-breast irradiation after breast-conserving surgery. **Breast Cancer**, 2012. DOI: 10.1007/s12282-012-0366-x.

ZASADZIŃSKI, K. *et al.* Modern dressings in prevention and therapy of acute and chronic radiation dermatitis - a literature review. **Pharmaceutics**, 2022, 14 (6), 1 - 14. DOI: 10.3390/pharmaceutics14061204.

ZAORSKY, N.G, *et al.* Hypofractionated radiation therapy for basal and squamous cell skin cancer: A meta-analysis. **Radiother Oncol**, 2017, 125 (1), 13-20. DOI: 10.1016/j.radonc.2017.08.011.

ZELIN, E. *et al.* Neoadjuvant therapy for non-melanoma skin cancer: updated therapeutic approaches for basal, squamous, and merkel cell carcinoma. **Curr Treat Options Oncol**, 2021, 16; 22 (4), 35. DOI: 10.1007/s11864-021-00826-3.

APÊNDICE A – Anamnese relacionada a pesquisa clínica

ANAMNESE RELACIONADA A PESQUISA
TERMOGRAFIA COMO SUPORTE AO DIAGNÓSTICO
DA RADIODERMITE

CÓDIGO DE RASTREAMENTO.

DADOS PESSOAIS	DADOS DO TRATAMENTO
Idade	Área irradiada
Sexo	Dose diária
Altura	Dose total
Peso	Sessão
Comorbidades:	Sessão total
	Reforço
	Modelo do Aparelho de Irradiação
	Concomitante
Histologia do câncer	Quimioterapia

COLETA DE DADOS SEMANAL

Data:		Hora:		
Inspeção Clínica (Grau) *				
ESTRUTURA	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV
Pele	Eritema Leve Epilação Descamação seca	Eritema doloroso Descamação úmida Edema moderado	Descamação úmida, confluente Edema importante	Úlceração Hemorragia, necrose
Sintoma relatado pelo paciente:				
Sessão:		Tempo de Irradiação:		
Dose diária:				
Dose acumulada:				
Cumpru o tempo de aclimação de 15' - () Sim - () Não.				
Cod Imagem pré:		Cod Imagem pós:		
Temperatura ambiente:				
Umidade:				

*Escala extraída do livro: Ações de Enfermagem para o Controle do Câncer. Instituto Nacional do Câncer. – 3. ed. p. 369. quadro. 48. Rio de Janeiro: INCA, 2008.