



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIRURGIA

LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS

**USO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA EM PACIENTES SUBMETIDOS À
AMPUTAÇÃO PRIMÁRIA POR DOENÇA ARTERIAL OBSTRUTIVA PERIFÉRICA**

Recife

2024

LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS

**USO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA EM PACIENTES SUBMETIDOS À
AMPUTAÇÃO PRIMÁRIA POR DOENÇA ARTERIAL OBSTRUTIVA PERIFÉRICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cirurgia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Cirurgia. Área de concentração: Cirurgia Clínica e Experimental.

Orientador: Dr. Esdras Marques Lins

Recife
2024

LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS

**“USO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA EM PACIENTES SUBMETIDOS Á
AMPUTAÇÃO PRIMÁRIA POR DOENÇA ARTERIAL OBSTRUTIVA
PERIFÉRICA”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Em Cirurgia da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Médicas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Cirurgia. Área de concentração: Cirurgia Clínica Experimental.

Aprovado em: 30/01/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. ESDRAS MARQUES LINS
(Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. EMMANUELLE TENORIO ALBUQUERQUE GODOI
BERENGUER DE BARROS E SILVA
(Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. CLAUDIO OLAVO DE ALMEIDA CÓRDOVA
(Examinador Externo)
Universidade Católica de Brasília

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus e aos meus pais que sempre incentivaram o estudo.

À minha esposa Dávia, por todo amor e carinho que acompanha a nossa família ao longo desses 8 anos de convivência. Aos Meus dois filhos, Davi e Maitê, por me ensinarem a maior lição que aprendi nesta vida: O amor incondicional que eu sinto por vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos pacientes por permitirem que eu pudesse, em meio ao sofrimento de uma internação, desenvolver este valoroso trabalho.

Ao Hospital de Base do Distrito Federal, por proporcionar o incentivo à pesquisa científica.

Ao Hospital das Forças Armadas, pela confiança no meu trabalho como chefe do serviço de cirurgia vascular

Aos Professores Cláudio Olavo Córdova (UnB) e Ana Paula Lima (UFPE), pela paciência e gentileza na coorientação deste trabalho.

As residentes de cirurgia vascular Gabrielli Avelar, Vittória Lettieri e Camila Prudente, pelo apoio na coleta dos dados.

RESUMO

A Doença Arterial periférica (DAP) é de elevada prevalência, particularmente, em populações de tabagistas. O estágio final da doença é denominado isquemia crítica de membros inferiores (MMII), compreendendo a dor em repouso e a gangrena, culminando, frequentemente, na amputação dos membros como parte do tratamento proposto. Na maioria das vezes, a decisão do melhor nível de amputação é baseada no julgamento clínico do médico cirurgião vascular (MCV). Por outro lado, a Termografia infravermelha (TI) é um método barato, indolor, sem emissão de radiação e de fácil manejo, que visa determinar a radiância térmica da pele do membro a ser amputado, auxiliando o cirurgião na escolha do melhor nível de amputação. O objetivo é investigar se a TI é um método útil no rastreamento de pacientes com DAP e secundariamente, avaliar o gradiente térmico longitudinal entre pacientes tabagistas (T) e não tabagistas (NT) e a correlação clínica com a gravidade da DAP, culminando com uma amputação maior. O estudo incluiu pacientes T (n = 20) e NT (n = 20). Foram realizadas medidas pelo método da TI, utilizando protocolos padronizados com medidas térmicas em quatro áreas do membro inferior e índice tornozelo braquial (ITB). Os resultados mostraram um gradiente térmico longitudinal mais amplo nos pacientes tabagistas (T) em comparação aos não tabagistas (NT). Foi observado ainda que pacientes T apresentaram médias das temperaturas dos membros reduzidas em comparação aos pacientes NT (31,7°C, IC 95% p:0,038). A TI demonstrou ser um método útil no rastreamento de pacientes com DAP e pacientes tabagistas (T), com maiores gradientes térmicos longitudinais, apresentam maior probabilidade de serem submetidos a amputações maiores.

Palavras-chave: amputação cirúrgica; tabagismo; doença arterial periférica; termografia.

ABSTRACT

Peripheral Arterial Disease (PAD) is highly prevalent, particularly among smoker populations. The final stage of the disease is known as critical ischemia of the lower limbs (LL), characterized by pain at rest and gangrene, often resulting in the amputation of the limbs as part of treatment. Infrared thermography (IT) is an inexpensive, painless, radiation-free and easily manageable method that aims to determine the skin temperature of the limb that will be amputated, assisting the surgeon in evaluating the severity of peripheral arterial obstructive disease. To investigate whether IT is a useful method in screening patients with PAD and to evaluate the longitudinal thermal gradient between smokers (T) and non-smokers (NT) and its clinical correlation with the severity of PAD, culminating in major limb amputation. The study included 20 smokers (T) and 20 non-smokers (NT) patients. All participants underwent measurements using the TI and ITB methods following standardized protocols, with thermal measurements taken on each limb. The results showed a wider longitudinal thermal gradient in smoking patients compared to non-smokers. Additionally, it was observed that T patients with wider thermal gradients were more likely to undergo major limb amputation. IT demonstrated sensitivity in discriminating thermal differences between patients (T) and (NT), and could be a useful method for a diagnosis and non-invasive treatment of PAD. Smoking patients (T) with greater longitudinal thermal gradients are at higher risk of major limb amputations.

Key Words: amputation surgical; tobacco use disorder; peripheral arterial disease; thermography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Determinação do índice tornozelo braquial (ITB).	17
Figura 2 – Classificação Wound, Ischemia and foot infection (SVS-Wifi).....	19
Figura 3 – Classificação Wound, Ischemia and foot infection (SVS-Wifi).....	20
Figura 4 – Gersdorff H, Feldtbuch der Wundartzney, Strassburg: Schott, 1517. A history of limb amputation.....	21
Figura 5 – Retalho posterior amputação transtibial:	23
Figura 6 – Câmara termográfica portátil utilizada na pesquisa.....	29
Figura 7 – Termograma dos artelhos de um paciente com DAP e isquemia de artelhos.	30
Figura 8 – Intervalo de Confiança representando a diferença para os gradientes térmicos longitudinais (0°C) do membro Experimental (amputado) entre tabagistas e não tabagistas (IC95% 0,01 a 3,06). A linha pontilhada representa o limiar de interesse clínico de 2°C	34
Figura 9 – Temperaturas médias, máximas e mínimas (0°C) medidas em diferentes locais nos membros controle (não amputado) e experimental (amputado) estratificados pelo índice tornozelo-braquial. Boxplots exibem as médias (retângulos coloridos), as medianas (linha horizontal), amplitude interquartilica (tamanho dos retângulos), valores máximos e mínimos (whiskers) e um outlier moderado (círculo). * P = 0,032; ** P = 0,002. ANCOVA ajustada para as variáveis idade, Diabetes mellitus e tabagismo. Grad: gradiente; Min: mínimo; Max: máximo.....	35
Figura 10 – Percentual de concordância/discordância entre avaliadores para diferentes membros amputados.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação Fontaine para doença arterial periférica	16
Tabela 2 – Classificação Rutherford para doença arterial periférica	16
Tabela 3 – Características demográficas e clínicas dos participantes de acordo com os critérios de estratificação em tabagistas (T) ou não tabagistas (NT).	33
Tabela 4 – Diferenças entre as médias térmicas de áreas controle e experimental dos MMII de pacientes tabagistas (T) ou não tabagistas (NT).....	34

LISTA DE ABREVIATURAS

AbJ - Abaixo do Joelho

AJ - Acima do Joelho

DAC - Doença arterial coronariana

DAP - Doença Arterial Periférica

DP - Desvio Padrão

GTL - Gradiente térmico longitudinal

ITB - Índice tornozelo braquial

MMII - Membros inferiores

NT- Não Tabagistas

SBACV- Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular

T- Tabagistas

TI - Termografia Infravermelha

WIFI - Wound, Ischemia and Foot Infection

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	DOENÇA ARTERIAL PERIFÉRICA (DAP)	15
2.2	AMPUTAÇÕES DE MMII	20
2.2.1	Amputações transfemorais	21
2.2.2	Amputações transtibiais	22
2.3	TABAGISMO E DAP	23
2.4	TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA EM CIRURGIA VASCULAR.....	24
2.5	JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	25
3	OBJETIVOS	26
3.1	OBJETIVO GERAL.....	26
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4	MÉTODOS	27
4.1	DESENHO, LOCAL DO ESTUDO E CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	27
4.1.2	Critérios De Inclusão, Exclusão E Considerações Clínicas	27
4.2	COLETA DE DADOS	28
4.3	CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS	30
4.4	RELAÇÃO DE DADOS E DESFECHOS	31
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS	31
5	RESULTADOS	33
6	DISCUSSÃO	37
7	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICE A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	47
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ...	52

1 INTRODUÇÃO

A doença arterial periférica (DAP) consiste em obstruções por placas ateroscleróticas da artéria aorta e seus ramos. Estima-se que a prevalência mundial desta doença está entre 3% e 12% da população mundial (Fowkes *et al.*, 2013). No ano 2000, a prevalência de DAP nos Estados Unidos foi de 4,3% da população acima de 40 anos, aproximadamente 5 milhões de indivíduos (Selvin; Erlinger, 2004). Essa doença acomete, com maior frequência, os pacientes idosos acima de 65 anos de idade e apresenta um amplo espectro clínico, que pode ir desde pacientes assintomáticos até estágios finais da doença, que culminam em dor em repouso e gangrena de membros inferiores (MMII) (Høyer; Sandermann; Petersen, 2013).

O índice tornozelo braquial (ITB) é um dos melhores parâmetros para determinar a gravidade da DAP, pois é um método não invasivo e de fácil execução, que pode ser realizado à beira do leito do paciente. (Santos *et al.*, 2019). A isquemia crítica dos MMII é o estágio final da doença e demanda tratamento cirúrgico. Na grande maioria das vezes, pode variar de revascularizações arteriais até amputações dos membros.

A amputação de MMII é uma das consequências mais devastadoras de pacientes com doença arterial obstrutiva periférica. (Kolossvary *et al.*, 2015) e esse desfecho está associado a alguns fatores de risco como *diabetes mellitus* e tabagismo. O primeiro relato associando o tabagismo e a doença arterial obstrutiva periférica foi em 1911 (Price *et al.*, 1999). Acredita-se que um paciente tabagista desenvolve a DAP cerca de 10 anos antes de um paciente não tabagista, com maior probabilidade de ter uma amputação de membro inferior como parte do tratamento. (Dormandy; Rutherford, 2000)

A escolha do melhor nível de amputação de um paciente portador de DAP é baseada em vários fatores e, dentre eles, o julgamento clínico do cirurgião ainda é o principal critério utilizado.

A termografia infravermelha (TI) é um método não invasivo, indolor e visa captar a temperatura corporal, tendo seu uso consagrado em diversas áreas das ciências biológicas. (Ghassemi *et al.*, 2008). A *American Academy of Medical Infrared Imaging* reconhece a termografia como um método de diagnóstico auxiliar em medicina desde 1987 (Hildebrandt; Raschner; Ammer, 2010). O princípio fundamental da termografia infravermelha é a diferença de temperatura entre dois pontos. As imagens térmicas

do corpo humano são geralmente simétricas, por isso a necessidade de se estudar os locais desejados de forma comparada, como membros inferiores e superiores, por exemplo. Assimetrias de temperatura acima de 0,7°C são consideradas anormais e podem indicar alguma alteração clínica relevante. (Vardasca, 2012).

A aplicação da termografia por ondas infravermelhas no contexto da DAP vai de encontro a maioria das aplicações clínicas do método. O aumento da temperatura de determinada área corpórea pode ser explicado pelo aumento da vascularização do fluxo sanguíneo na pele, decorrente de processos inflamatórios e infecciosos. No entanto, quando avaliamos o paciente com isquemia crítica de MMII, observamos uma redução importante dos gradientes térmicos. A aterosclerose em membros inferiores promove a estenose ou a obstrução ao fluxo sanguíneo do membro. Neste contexto, a câmara termográfica irá captar reduções nas temperaturas, especialmente nos artelhos e pé.

Peleki e Silva (2016) avaliaram a eficácia da TI em pacientes portadores de isquemia crítica de MMI e no monitoramento de pacientes submetidos a angioplastia transluminal percutânea (Peleki; Silva, 2016; Lin; Saines, 2018; Theuma; Cassar, 2018).

As amputações de MMII continuam sendo operações frequentes, principalmente dos serviços públicos de saúde. Leite *et al.* (2004) relataram que mais de 300 amputações foram realizadas em um serviço público de saúde no período de pouco mais de um ano. Chama atenção, no relato do referido autor, que aproximadamente 76% das amputações realizadas foram transfemorais e apenas 25% dos pacientes foram submetidos à revascularização (25%). (Leite *et al.*, 2004).

A cirurgia de amputação primária, definida como um tratamento definitivo, é estabelecida com base em diversos fatores, tais como falta de escoamento do fluxo arterial nas artérias distais, risco cirúrgico proibitivo, devido a múltiplas comorbidades, e paciente acamados que não apresentam condições clínicas de reabilitação. O cirurgião tende a escolher a amputação primária para pacientes que se apresentam em estágios avançados de isquemia crítica (gangrena extensas envolvendo artelhos e boa parte do pé e dor isquêmica em repouso). Na maioria dos casos, é definida uma amputação maior (transfemoral ou transtibial) em pacientes com múltiplas comorbidades, risco cirúrgico proibitivo, baixa probabilidade de reabilitação e, muitas vezes, limitado ao leito, garantindo assim uma boa cicatrização do coto de amputação, evitando operações sequenciais desnecessárias. (Leite *et al.*, 2004).

As amputações de MMII, em especial as amputações maiores, possuem um impacto muito grande na vida dos pacientes. A falta de um membro implica em diversas mudanças na biomecânica dos pacientes, promovendo marchas compensatórias e posições viciosas, repercutindo no processo de reabilitação física e social. (Luz *et al.*, 2018). A cirurgia de amputação de MMII não está isenta de riscos e complicações. Desfechos clínicos como edema, ulcerações, infecções, dor fantasma e neuromas dolorosos podem impactar sobremaneira na qualidade de vida dos pacientes, dificultando o processo de reabilitação física e psicológica. (Dornelas, 2010)

Atualmente, existem diversos estudos associando o tabagismo com a doença arterial obstrutiva periférica. As evidências são consistentes em associar o tabagismo atual com estágios mais avançados da doença. (Lu; Mackay; Pell, 2013).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo é investigar se a TI é um método útil no rastreamento de pacientes com DAP e avaliar o gradiente térmico longitudinal entre pacientes tabagistas (T) e não tabagistas (NT) e a correlação clínica com a gravidade da DAP, culminando em uma amputação maior. Além disso, pressupõem que o uso da TI pode auxiliar o cirurgião em sua tomada de decisão para a definição do nível de amputação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 DOENÇA ARTERIAL PERIFÉRICA (DAP)

A DAP é uma patologia associada a um risco cardiovascular elevado e o seu principal sintoma é a claudicação intermitente, que ocorre devido a uma deficiência do fluxo de sangue que irriga as artérias dos MMII, resultando em dor e desconforto durante a marcha, que é aliviada com o repouso (SBACV, 2015).

DAP é uma doença sistêmica onde vários fatores de risco estão presentes como idade avançada, hipertensão arterial sistêmica, diabetes mellitus, dislipidemia e tabagismo (SBACV, 2015). Uma das principais condições de risco para o desenvolvimento da DAP é o tabagismo. O mecanismo pelo qual a fumaça do cigarro promove o desenvolvimento da aterosclerose não é bem compreendido. No entanto, seus efeitos incluem dano endotelial, trombofilia, aumento do tônus simpático e inflamação (Rahman; Laher, 2007). O tabagismo parece ser um fator de risco mais potente para a DAP do que para a doença arterial coronariana (DAC) e esse risco está diretamente ligado à quantidade de cigarros fumados pelo indivíduo (Hirsch *et al.*, 2001).

A doença arterial obstrutiva periférica possui um amplo espectro clínico, que vai desde casos assintomáticos até estágios avançados de isquemia crítica de membro inferior, caracterizado pela dor em repouso e a gangrena de extremidades. As principais classificações utilizadas na prática clínica são as de Fontaine e Rutherford. Essas classificações são amplamente utilizadas e possuem conceitos importantes para a definição das estratégias terapêuticas, que podem ir desde o tratamento clínico otimizado até a revascularização arterial de membros ou, em estágios finais da doença, a amputação de MMII. (Kuramoto *et al.*, 2023)

Tabela 1 – Classificação Fontaine para doença arterial periférica

Estágio	Descrição
I	Assintomático
II	Claudicação Leve
II a	Distância de Claudicação > 200 metros
II b	Distância de Claudicação < 200 metros
III	Dor em Repouso (Especialmente à noite)
IV	Ulceração ou gangrena do Membro

Fonte: Fontaine, 1954 *apud* Kuramoto *et al.*, 2023

Tabela 2 – Classificação Rutherford para doença arterial periférica

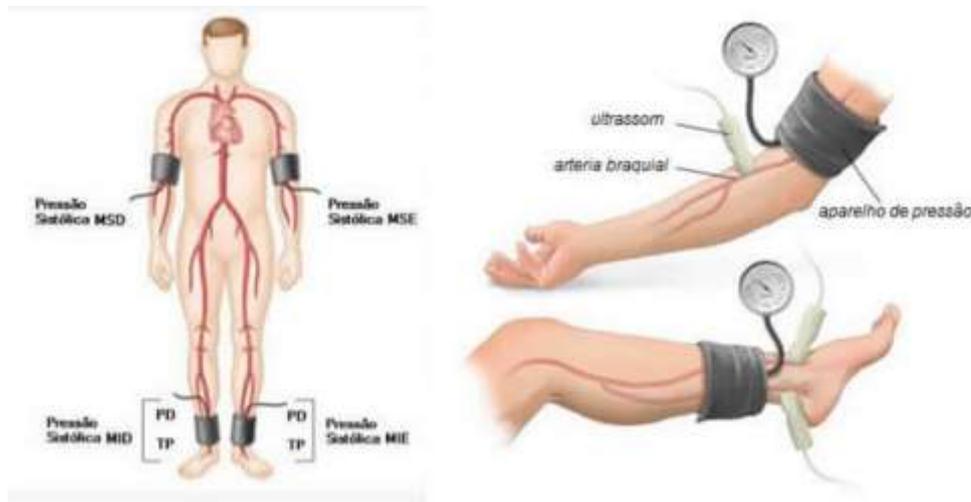
Grau	Categoria	Descrição	Crítérios Objetivos
0	0	Assintomático	Esteira Normal
I	1	Claudicação Leve	Completa o exercício PT > 50 mmhg
I	2	Claudicação Moderada	Entre a categoria 1 e 3
I	3	Claudicação Grave	Não completa a esteira PT < 50 mmhg
II	4	Dor isquêmica em repouso	PT <40mmhg repouso
III	5	Perda de tecido menor	PT < 60 mmhg em repouso PDP < 40 mmhg
III	6	Perda Importante de tecido	Igual a categoria 5

Fonte: Rutherford,1997 *apud* Kuramoto *et al.*, 2023

O ITB é definido como a razão entre as pressões do tornozelo e da artéria braquial e deve ser realizado em todo paciente com sinais e sintomas de DAP (McGee; Boyko,1998). O ITB deve ser calculado com a ajuda de um esfigmomanômetro e um aparelho portátil de doppler de ondas contínuas, dividindo-se o valor da maior pressão sistólica das artérias do tornozelo pela pressão da artéria braquial. Valores mensurados entre 1,0 e 1,4 são considerados normais, enquanto valores <0,90 indicam a presença de doença arterial obstrutiva periférica. Valores acima de 1,4 estão

associados a calcificações arteriais, como em pacientes portadores de *diabetes mellitus* ou insuficiência renal em estágio avançado. (Dachun *et al.*, 2010).

Figura 1 – Determinação do índice tornozelo braquial (ITB).



Fonte: Rodrigo Tonan, ilustrador médico

Além da determinação do ITB, o paciente deve ter os pulsos arteriais examinados em ambos os membros. No prontuário médico, devem ser registradas características como intensidade, amplitude e simetria. A ausência ou diminuição dos pulsos arteriais em ambos os MMII associado a um ITB < 0,9 sugerem acometimento pela DAP

De acordo com a *American Diabetes Association*, o paciente portador de *diabetes mellitus* tem de 1,5 a 4 vezes mais chance de desenvolver DAP, estando associado ainda a um risco aumentado de eventos cardiovasculares (*American Diabetes Association*, 2003).

Pacientes diabéticos portadores de DAP possuem risco aumentado de complicações como infecções, ulcerações e gangrenas, sendo uma das principais causas de amputação primária nos Estados Unidos da América. (EUA) (*American Diabetes Association*, 2003). Quanto mais fatores de riscos associados, como hipertensão arterial, dislipidemia, doença renal crônica e tabagismo, maior a chance do paciente ter uma amputação de membro como parte do tratamento. (*American Diabetes Association*, 2003)

Outro achado relevante a ser investigado é a claudicação intermitente, que é definida com uma dor do tipo câibra durante a deambulação, levando o paciente a parar a caminhada para obter o alívio dos sintomas. A distância de caminhada está

diretamente relacionada com o nível de obstrução arterial e com o ITB. (Kannel; McGee, 1985).

2.1.1 Classificação WIFI

A evolução do tratamento da DAP, associado ao aumento de casos de pacientes diabéticos com vasculopatia nos últimos anos, foram determinantes para o surgimento de novas classificações clínicas, dentre elas a classificação WIFI (*wound, ischemia and foot infection*) (Mills *et al.*, 2014). A classificação WIFI passa a avaliar não somente a perfusão do membro, como nas consagradas classificações de Fontaine e Rutherford, mas também a extensão dos ferimentos e a magnitude das infecções (Figura 3) (Mills *et al.*, 2014). Esta classificação avalia com mais precisão a necessidade de uma revascularização ou até mesmo uma amputação primária, uma vez que passou a analisar outras variáveis importantes na viabilidade do membro, não somente a perfusão.

Figura 2 – Classificação *Wound, Ischemia and foot infection* (SVS-Wifi)

Ferida			
Grau	Úlcera	Gangrena	
0	Sem úlcera	Sem gangrena	
1	Úlcera(s) pequena(s) superficial(ais) na perna ou pé distal; nenhum osso exposto, a menos que limitado à falange distal	Sem gangrena	
2	Úlcera mais profunda com osso exposto, articulação ou tendão; geralmente não envolvendo o calcanhar; úlcera de calcanhar rasa, sem envolvimento do calcâneo	Gangrena limitada a dígitos	
3	Úlcera extensa e profunda envolvendo antepé e/ou mediopé; úlcera do calcanhar profunda e completa ± envolvimento do calcâneo	Gangrena extensa envolvendo antepé e / ou mediopé; necrose do calcanhar de espessura total ± envolvimento do calcâneo	
Isquemia			
Grau	ITB	Pressão sistólica	TP, TcPO₂
0	≥0,80	> 100 mm Hg	≥ 60 mm Hg
1	0,6-0,79	70-100 mm Hg	40 a 59 mm Hg
2	0,4-0,59	50 a 70 mm de Hg	30 a 39 mm Hg
3	≤0,39	<50 mm Hg	<30 mm Hg
mmHg = milímetros de mercúrio; ITB = Índice tornozelo-braço; TcPO ₂ = Oximetria transcutânea; TP = Pressão do dedo do pé			
Infecção			
Grau	Manifestação clínica da infecção	Gravidade da infecção	
0	Nenhum sintoma ou sinal de infecção	Não infectado	
1	Infecção presente, definida por pelo menos dois dos seguintes itens: <ul style="list-style-type: none"> • Edema local ou endurecimento; • eritema > 0,5 a ≤ 2 cm ao redor da úlcera; • sensibilidade ou dor local; • calor local; • Secreção purulenta (espessa, opaca a branca ou secreção sanguínea); Infecção local envolvendo apenas a pele e o tecido subcutâneo (sem envolvimento de tecidos mais profundos e sem sinais sistêmicos).	Leve	
2	Infecção local com eritema > 2 cm ou envolvendo estruturas mais profundas que a pele e tecidos subcutâneos (por exemplo, abscesso, osteomielite, artrite séptica, fasciíte) e sem sinais de resposta inflamatória sistêmica (SRIS)	Moderada	
3	Infecção local com os sinais de SRIS, como manifestado por dois ou mais dos seguintes: <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura > 38° ou <36° C; • frequência cardíaca > 90 batimentos / min; • frequência respiratória > 20 respirações/min ou PaCO₂ <32 mmHg; • contagem de glóbulos brancos > 12.000 ou < 4000 cu/ mm ou 10% de formas imaturas 	Grave	
Cm= centímetros; SRIS = Síndrome de resposta inflamatória sistêmica; C= graus Celsius; min= minutos; mmHg = milímetros de mercúrio; PaCO ₂ = pressão arterial de gás carbônico.			

SVS: Society for Vascular Surgery.

Fonte: Mills *et al.*, 2014

Figura 3 – Classificação Wound, Ischemia and foot infection (SVS-Wifi)

> Estimativa para risco para amputação em 1 ano

	Isquemia Grau 0				Isquemia Grau 1				Isquemia Grau 2				Isquemia Grau 3			
Ferida Grau 0	MB	MB	B	M	MB	B	M	A	B	B	M	A	B	M	M	A
Ferida Grau 1	MB	MB	B	M	MB	B	M	A	B	M	A	A	M	M	A	A
Ferida Grau 2	B	B	M	A	M	M	A	A	M	A	A	A	A	A	A	A
Ferida Grau 3	M	M	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Infecção Grau 0	Infecção Grau 1	Infecção Grau 2	Infecção Grau 3	Infecção Grau 0	Infecção Grau 1	Infecção Grau 2	Infecção Grau 3	Infecção Grau 0	Infecção Grau 1	Infecção Grau 2	Infecção Grau 3	Infecção Grau 0	Infecção Grau 1	Infecção Grau 2	Infecção Grau 3

> Estimativa para benefício para revascularização

	Isquemia Grau 0				Isquemia Grau 1				Isquemia Grau 2				Isquemia Grau 3			
Ferida Grau 0	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	M	B	B	M	M	M	A	A	A
Ferida Grau 1	MB	MB	MB	MB	B	M	M	M	M	A	A	A	A	A	A	A
Ferida Grau 2	MB	MB	MB	MB	M	M	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Ferida Grau 3	MB	MB	MB	MB	M	M	M	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Infecção Grau 0	Infecção Grau 1	Infecção Grau 2	Infecção Grau 3	Infecção Grau 0	Infecção Grau 1	Infecção Grau 2	Infecção Grau 3	Infecção Grau 0	Infecção Grau 1	Infecção Grau 2	Infecção Grau 3	Infecção Grau 0	Infecção Grau 1	Infecção Grau 2	Infecção Grau 3

Fonte: Adaptado de Mills et al. (2014, p.229).

Legenda	
MB	Muito Baixa
B	Baixa
M	Moderada
A	Alta

Fonte: Mills *et al.*, 2014

2.2 AMPUTAÇÕES DE MMII

A amputação de membro é uma cirurgia realizada desde os tempos remotos (Alcock, 1838). O desenvolvimento da técnica cirúrgica esteve intimamente ligado às guerras ao longo da história (Gross, 1862). Antigamente, os cirurgiões eram chamados de barbeiros e realizavam a cirurgia de amputação sem nenhum conhecimento de anatomia. Eram realizadas técnicas cirúrgicas cruentas e muito sofridas (Figura 4), na tentativa de salvar a vida do enfermo, o que nem sempre acontecia (Kirkup, 2007). No período da guerra civil americana, a amputação de membros tornou-se a maneira mais prática e rápida para salvar a vida dos soldados. A evolução dos armamentos fez com que as amputações de membros inferiores continuassem a ser realizadas, devido ao maior poder de destruição. (Stansbury; Branstetter; Lallis, 2007)

Figura 4 – Gersdorff H, Feldtbuch der Wundartzney, Strassburg: Schott, 1517. A history of limb amputation



Fonte: Kirkup, 2007

A indicação do nível de amputação no contexto da DAP envolve vários fatores, dentre eles a condição clínica do paciente, a extensão dos tecidos desvitalizados, a preservação do maior comprimento possível do membro, bem como a possibilidade da reabilitação. Dentre os principais níveis de amputação para DAP, destaca-se: desarticulação do quadril, amputação transfemural, desarticulação do joelho, amputação transtibial, de Symes, de Chopart, Lisgranc, transmetatársica, desarticulação metatarsofalangeana e amputação transfalangeana (Luccia, 2004).

O cirurgião deve ter em mente que a escolha do nível de amputação terá um impacto importante na vida do paciente. Amputações transfemorais, por exemplo, possuem um gasto energético maior para recuperação, o que reduz significativamente a probabilidade de reabilitação para esse nível de amputação (Luccia, 2004). A amputação transtibial é uma das mais realizadas, devido à doença vascular e proporciona taxas de reabilitação mais promissoras do que as amputações transfemorais. (Luccia, 2004).

2.2.1 Amputações transfemorais

As indicações mais frequentes para a realização de uma amputação transfemoral são: Isquemia aguda de membros inferiores, doença arterial obstrutiva

periférica em estágios finais, gangrena úmida, falha na cicatrização de uma amputação previamente realizada ou traumatismo de extremidades. A isquemia crônica de membros inferiores é frequente em pacientes idosos, diabéticos e tabagistas crônicos. A aterosclerose obliterante é a principal causa de limitação do fluxo sanguíneo nesses pacientes e o que mantém a viabilidade do membro é a circulação colateral. Alguns fatores relacionados ao paciente são relevantes para a escolha do nível de amputação acima do joelho. São eles: Infecções severas, com ou sem septicemia, dor crônica em repouso, falha de uma revascularização arterial, bem como pacientes acamados portadores de isquemia de membros no qual não apresentam condições clínicas para um procedimento de maior porte cirúrgico. (Abou-Zamzam Jr *et al.*,2007).

2.2.2 Amputações transtibiais

A preservação da articulação do joelho é um fator importante para a escolha da amputação transtibial. Outra condição envolvida na escolha deste nível é a garantia da cicatrização do coto de amputação (Nehler *et al.*,2003). A cicatrização do coto pode ser prevista de algumas formas como, por exemplo, a saturação transcutânea de oxigênio, o índice tornozelo-braquial $> 0,50$, a pressão de perfusão da pele $> 40\text{mmHg}$ e a termografia infravermelha (Nehler *et al.*,2003)

Na prática, a maioria dos cirurgiões vasculares utiliza a palpação do pulso da artéria poplítea como preditor de uma boa cicatrização do coto de amputação. A escolha da confecção do coto de amputação varia de acordo com a preferência do cirurgião, podendo optar entre um retalho curto ou um retalho posterior longo. Uma das vantagens do retalho posterior longo (Figura 5) é que o suprimento sanguíneo deriva da musculatura remanescente do sóleo e do gastrocnêmio (Eidt *et al.*, 2010). O retalho curto aumenta o risco de isquemia do coto de amputação, devido ao suprimento sanguíneo ser proveniente da pele e dos tecidos moles adjacentes (Eidt *et al.*, 2010).

Figura 5 – Retalho posterior amputação transtibial:



Fonte: Darling; Ozaki, 2016, p. 267

2.3 TABAGISMO E DAP

O tabagismo é um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento da DAP. Atualmente, estima-se que um quinto da população mundial utiliza produtos do tabaco e seus derivados (Esson; Leeder, 2004). A associação entre tabagismo e o aumento do risco cardiovascular é bem estabelecida na literatura. Em 2011, uma metanálise com 75 estudos de coorte identificou um aumento do risco de doença coronariana em pacientes do sexo masculino e feminino que mantêm o tabagismo (Huxley; Woodwar, 2011). A primeira associação entre o tabagismo e DAP data no início do século 20 e alguns estudos recentes sugerem que essa associação pode chegar a 50%. A progressão da doença também é mais acentuada nos pacientes tabagistas, com aumento do risco de sofrerem uma amputação de membros. A única metanálise que associou o tabagismo ativo com a DAP foi publicada em 2004 e identificou quatro relevantes estudos de coorte e treze estudos transversais. (Willigendael *et al.*, 2004)

A cessação do tabagismo faz parte da estratégia terapêutica dos pacientes portadores de DAP e deve ser buscada em toda consulta médica. PORTRAIT é um estudo prospectivo, multicêntrico e internacional, onde foram avaliados os pacientes tabagistas que possuem DAP. Este estudo demonstrou a dinâmica natural entre pacientes que permanecem fumando e que cessaram o tabagismo e são portadores

de doença arterial obstrutiva periférica. Dois terços dos pacientes avaliados continuaram fumando após a consulta médica que diagnosticou DAP e entre aqueles que pararam de fumar após a consulta, mais de um terço teve recaída, o que evidencia o grande desafio em abandonar o tabagismo. O estudo também confirmou que os pacientes mais jovens e mais desfavorecidos economicamente são mais propensos a se manterem fumando. (Krishna et al, 2018)

2.4 TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA EM CIRURGIA VASCULAR

A termografia infravermelha (TI) é um método prático, indolor, de baixo custo e de fácil aplicabilidade, utilizado em várias áreas da medicina. A TI detecta alterações na temperatura da pele resultantes da mudança do fluxo sanguíneo da região objeto de estudo. Este exame vem ganhando espaço em diversas áreas da medicina, como no rastreamento de câncer, triagem e monitoramento de febre, neuropatias, ortopedia e reumatologia. (Singh; Singh, 2020).

No âmbito da angiologia e cirurgia vascular, a termografia infravermelha vem sendo utilizada em pacientes com varizes de membros inferiores, em especial na identificação de veias perforantes insuficientes (Patil; Williams; Williams, 1970), doença vasoespástica, pé diabético e em doença arterial obstrutiva periférica (Winsor, 1971).

Na determinação do nível de amputação, a termografia pode ser uma ferramenta muito valiosa. Staffa *et al.* (2017) avaliaram o uso combinado da termografia infravermelha e do ITB em pacientes submetidos a angioplastia transluminal percutânea. As imagens térmicas e o ITB, antes e após a angioplastia, foram comparados. Houve diferença significativa entre o membro tratado e o não tratado, como também aumento do ITB nos membros tratados. Na isquemia crítica de membros inferiores, a temperatura do membro pode chegar a valores críticos e a termografia infravermelha mostrou-se uma ferramenta útil no diagnóstico desta condição, conforme preceitua Peleki e Silva *et al.* (2016)

A redução do fluxo sanguíneo em membros com doença arterial obstrutiva periférica promove redução das temperaturas captadas pela câmera termográfica (BRIOSCHI *et al.*, 2012). Spence *et al.* (1981) observaram que um dos critérios mais importantes para definição do melhor nível de amputação é o gradiente térmico longitudinal (GTL). A referência considerada para o GTL é de valores maiores do que

6° celsius, resultante da diferença entre as temperaturas medidas entre o tornozelo e a coxa, ou seja, quando o gradiente térmico longitudinal for maior do que 6°C, o paciente deve ser submetido a uma amputação maior, geralmente ao nível da coxa. (Spencer *et al.*,1981). O nível de amputações de gradientes térmicos menores é definido com base na análise dos termogramas associada à condição clínica da pele adjacente ao nível de amputação pretendido. (Spencer *et al.*,1981).

2.5 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

A DAP apresenta elevada prevalência na população podendo evoluir para desfechos desfavoráveis, como as amputações de membros inferiores. O Tabagismo está fortemente relacionado a esta doença e a manutenção do hábito tabágico está diretamente relacionada com o aumento da probabilidade de perda de membro. Os pacientes tabagistas tendem a desenvolver DAP precocemente, com apresentação clínica mais grave do que os pacientes não tabagistas. Os pacientes tabagistas tendem a apresentar temperaturas menores do que os pacientes não tabagistas, nos membros acometidos pela doença.

A amputação de membro inferior por DAP ainda é a cirurgia mais realizada dentre o arsenal cirúrgico disponível para o membro isquêmico. As implicações de uma cirurgia de amputação têm um impacto importante na vida dos pacientes submetidos a esse tipo de cirurgia, que vão desde o árduo processo de reabilitação até o impacto financeiro e psicológico decorrente da perda do membro.

A termografia é um método barato, não invasivo, sem emissão de radiação, indolor e realizado a beira leito, que pode fornecer informações valiosas, a fim de determinar o grau de acometimento do suprimento arterial de um membro isquêmico.

Ainda com relação ao tratamento dos pacientes portadores de DAP, a grande maioria deles será submetido a uma amputação em determinado estágio do tratamento. A determinação do nível de amputação tem influência direta na autonomia e qualidade de vida dos pacientes, por isso deve-se tentar preservar ao máximo o comprimento do membro a ser operado. A termografia infravermelha pode ser uma ferramenta útil na determinação do nível de amputação de membros isquêmicos, através da análise do gradiente térmico longitudinal.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar se a TI é um método complementar útil na avaliação de pacientes portadores de doença arterial periférica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar as médias de temperaturas dos MMII em pacientes portadores de DAP que são tabagistas em relação aos não tabagistas
- Avaliar se o gradiente térmico longitudinal (temp. Max - temp. min) do membro isquêmico tem utilidade para determinar a realização de uma amputação maior (transfemoral e transtibial).
- Avaliar a concordância entre o nível de amputação realizado pelo cirurgião e o sugerido pela TI

4 MÉTODOS

4.1 DESENHO, LOCAL DO ESTUDO E CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Estudo longitudinal prospectivo realizado no período de abril de 2023 a novembro de 2023, no pronto socorro e enfermaria do serviço de cirurgia vascular na Unidade de Cirurgia Vascular do Hospital de Base do Distrito Federal, em Brasília, DF.

O projeto de pesquisa que gerou este trabalho foi elaborado em acordo com as recomendações éticas contidas na resolução CNS/MS 466 de 12/12/2012 e a coleta de dados só foi iniciada após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, ao qual este projeto foi submetido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), sob o CAAE:64758822.1.0000.5208

4.1.2 Critérios De Inclusão, Exclusão E Considerações Clínicas

Os critérios de inclusão adotados foram os pacientes internados que apresentassem DAP em seu estado final, ou seja, dor em repouso ou gangrena de parte da extremidade.

Foram excluídos do estudo os pacientes portadores de esmagamento de membros que necessitavam de amputação primária como parte do tratamento, pacientes portadores de tumores ósseos, pacientes portadores de processos infecciosos exuberantes, que promovem aumento da temperatura local e pacientes que foram submetidos a revascularização cirúrgica ou endovascular com sucesso. Pacientes que se recusaram a assinar o termo de consentimento livre e esclarecido também foram excluídos da pesquisa.

Já com relação ao tabagismo, foram considerados tabagistas aqueles pacientes que fumam diariamente 5 ou 6 cigarros, há mais de 5 anos, sem pretensão de parar de fumar (Barbosa *et al.*, 2014).

Após a internação, os pacientes foram avaliados sobre a conduta a ser tomada, sendo elas, internação para tratamento clínico, candidatos a revascularização arterial e pacientes submetidos à amputação primária. Os pacientes escolhidos para amputação primária foram os que, de alguma forma, não possuíam condições de submeter-se a uma revascularização cirúrgica, seja por critérios clínicos com risco cirúrgico proibitivo, critérios anatômicos ou por falta de artérias distais patentes.

4.2 COLETA DE DADOS

Foram compilados em planilha do Excel, os seguintes dados do prontuário: idade, sexo, índice de massa corporal, raça, estado civil, índice tornozelo braquial, classificação WIFI e tabagismo. As comorbidades consideradas foram a hipertensão arterial, *diabetes mellitus* e doença renal crônica.

Após selecionados os pacientes, assinados os termos de consentimento para participação da pesquisa, assim como os do procedimento cirúrgico, foi realizada a coleta das medidas de temperaturas dos membros através da termografia infravermelha.

Inicialmente, para evitar que fatores externos interferissem nos resultados dos termogramas, foi seguido o protocolo baseado no *International Consensus and Guideline for Medical Thermography*, tendo os seguintes cuidados e orientações

- Comunicar e preparar o paciente sobre a realização do procedimento;
- Evitar qualquer atividade física que possa comprometer a interpretação do exame pelo menos uma hora antes da coleta;
- Evitar, quando possível, esteroides, beta bloqueadores e drogas vasoativas, 24 horas antes da coleta;
- Evitar o consumo de álcool, chás, café e tabaco antes do exame;
- Evitar o uso de cosméticos ou óleos, na região a ser examinada, 2 horas antes do exame;
- Retirar todas as bandagens e curativos nos membros a serem examinados;
- Posicionar o paciente em decúbito dorsal com os membros inferiores despidos até a região inguinal;
- Respeitar um período de aclimação de 15 minutos, sem manipulação da área examinada;
- Selecionar a temperatura do ambiente com climatização controlada ($24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$);
- Controlar a umidade do ar em aproximadamente 60%;
- Não permitir correntes de ar no local do exame;
- Evitar as medidas em superfícies reflexivas para radiação infravermelha como vidro.

A coleta de dados termográficos se desenvolveu da seguinte forma:

Todas as imagens térmicas infravermelhas foram adquiridas com uma câmera digital portátil Flir Cx- Series Termocam (FLIR Systems AB, Suécia), com peso de 130g, um sensor infravermelho 240x180 (43.200 pixels de medição) e sensibilidade térmica $>0,05^{\circ}\text{C}$ (Figura 6). Os termogramas foram analisados usando o programa FLIR ResearchIR® (FLIR Systems Inc). Um termograma apresentando uma diferença de temperatura maior que 2°C entre dois pontos de qualquer membro inferior foi definido como um termograma alterado, sugerindo um possível nível de amputação.

Registro das temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) em quatro locais do membro inferior a ser amputado: antepé e artelhos, tornozelo ao nível dos maléolos, 4 cm abaixo da tuberosidade da tíbia, 4 cm acima do tendão patelar. Esse membro foi considerado o membro experimento.

Registro das temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) em quatro locais do membro inferior contralateral à amputação: antepé e artelhos, tornozelo ao nível dos maléolos, 4 cm abaixo da tuberosidade da tíbia, 4 cm acima do tendão patelar. Esse membro foi considerado o membro controle.

Registro das temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) mínimas, máximas e médias de ambos os membros inferiores.

Registro do gradiente térmico longitudinal: Diferença entre a temperatura mínima e máxima no membro a ser amputado.

Figura 6 – Câmara termográfica portátil utilizada na pesquisa



Fonte: arquivo do próprio autor

4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS

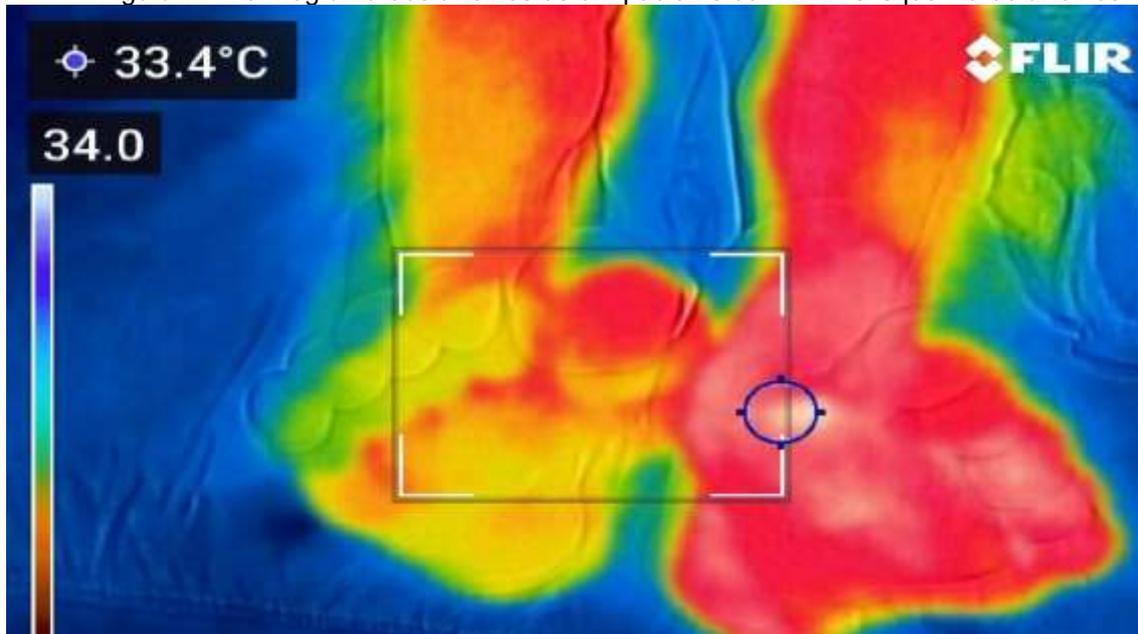
Após os registros das temperaturas foi sugerido um nível de amputação imediatamente acima do tecido necrótico que apresentasse pelo menos 2° C de diferença.

Os pacientes foram operados por médicos cirurgiões vasculares pertencentes ao serviço de cirurgia vascular do Hospital de Base do Distrito Federal, concursados e com tempo de atuação profissional variando entre 5 e 27 anos.

O pesquisador não realizou nenhuma cirurgia em pacientes envolvidos na pesquisa e não ocorreu nenhum contato com o cirurgião que realizou a cirurgia de amputação. O nível de amputação realizado foi obtido através da descrição cirúrgica contida no prontuário médico do voluntário.

Essas informações foram colocadas em tabelas do Excel contendo o nível de amputação sugerido pela termografia e o nível de amputação realizado pelo cirurgião vascular assistente. Então, foi verificado o nível de concordância entre as amputações sugeridas pelos critérios da termografia e a que foi efetivamente realizada pelo cirurgião.

Figura 7 – Termograma dos artelhos de um paciente com DAP e isquemia de artelhos.



Fonte: arquivo do próprio autor.

4.4 RELAÇÃO DE DADOS E DESFECHOS

Foram realizadas as seguintes análises estatísticas:

1. Temperatura mínima e máxima dos pacientes submetidos a amputação primária que são tabagistas;
2. Temperatura mínima e máxima dos pacientes submetidos a amputação primária que não são tabagistas;
3. Gradiente térmico longitudinal dos pacientes que são tabagistas;
4. Gradiente térmico longitudinal dos pacientes que não são tabagistas;
5. Porcentagem de concordância entre o nível de amputação sugerido pela termografia e o nível de amputação efetivamente realizado.

Por fim, foram compilados os dados referentes à medida de temperatura dos MMII que seriam submetidos a amputação em comparação ao membro contralateral. Os dados incluíam as temperaturas mínimas e máximas, as médias das temperaturas dos membros e o gradiente térmico longitudinal, definido como a diferença entre a temperatura máxima e mínima do membro com indicação de amputação primária.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS

O cálculo para o dimensionamento amostral *a priori* foi definido com base em uma diferença térmica mínima de 2°C, razão de alocação $N2 / N1 = 1$, poder estatístico de 90% ($1 - \beta$) e chance de erro tipo I de 5% em testes bicaudais. As variâncias foram estimadas a partir de estudo piloto ($n=30$). Deste modo, os resultados do cálculo amostral sugeriram amostras de 20 pacientes/grupo. Para a análise, os pacientes foram estratificados como tabagistas (T) ou não tabagistas (NT). Variáveis contínuas com distribuição próxima à normal foram expressas como médias \pm DP.

A normalidade dos dados foi analisada visualmente e mediante o teste de Shapiro-Wilk. Análises de covariância (ANCOVA) foram utilizadas para avaliar as diferenças térmicas entre (T) e (NT) com ajustamento para as variáveis idade e *Diabetes mellitus*. Para a comparação dos níveis da variável índice tornozelo braquial (ITB), a ANCOVA foi ajustada para a idade, *Diabetes mellitus* e tabagismo.

Quando oportuno, testes de comparações múltiplas foram realizados utilizando o método Bonferroni. Pressupostos ANCOVA de linearidade, normalidade e homogeneidade de variância foram verificadas utilizando gráficos de probabilidade normal e dispersão residual. Para avaliar o grau de concordância entre avaliadores, utilizou-se o teste Kappa de Cohen. Variáveis categóricas foram expressas como percentual. Valor de $P < 0,05$ em teste de hipótese bilateral foi definido como estatisticamente significativo. Análises dos dados foram efetuadas utilizando o Pacote estatístico SPSS versão 26

5 RESULTADOS

De 46 participantes selecionados, 40 atenderam os critérios de elegibilidade e concordaram em participar do estudo. Seis pacientes que foram excluídos, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para participação da pesquisa, mas não assinaram o TCLE para a cirurgia de amputação. A Tabela 3 descreve as principais características demográficas e clínicas dos participantes, de acordo com os critérios de estratificação em tabagistas (T) ou não tabagistas (NT). A média das temperaturas dos membros inferiores nos pacientes Tabagistas (T) com doença arterial periférica foi de 31,7 ° C enquanto nos pacientes NT foi de 33,07 (p 0,038)

Tabela 3 – Características demográficas e clínicas dos participantes de acordo com os critérios de estratificação em tabagistas (T) ou não tabagistas (NT).

	TABAGISTA (n =20)	NÃO TABAGISTA (n = 20)
IDADE	68,4 (15,2)	74,1 (12,8)
PESO (Kg)	66,3 (12,1)	69,9 (9,7)
ALTURA (Cm)	167,0 (10,6)	167,3 (9,7)
SEXO (masculino), %	70	50
	< 18,5	10
	18,6 – 24,9	15
	25,0 – 29,9	35
IMC, %	75	50
	30,0 – 34,9	-
	35,0 – 39,9	5
		5
	BRANCO	45
RAÇA, %	PRETO	15
	PARDO	40
	AMARELO	-
		5
	CASADO	45
	SOLTEIRO	10
ESTADO CIVIL, %	DIVORCIADO	15
	VIÚVO	30
	UNIÃO ESTÁVEL	-
		5
DRC, %	NÃO	85
		65
DM	SIM	40
		80
	< 0,39	30
ITB, %	0,4 – 0,59	45
	0,6 – 0,79	25
	0,8 – 0,9	-
		10
HAS, %	SIM	70
		80
	BAIXO	25
WIFI, %	MODERADO	30
	ALTO RISCO	30
	IRRECUPERÁVEL	15
		5

Fonte: Dados da pesquisa

A Tabela 4 apresenta as diferenças entre as médias térmicas dos pacientes T e NT. As médias para a temperatura mínima experimental (membro amputado) não evidenciaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de T e NT ($P = 0,321$).

Os participantes do grupo T exibiram os maiores gradientes térmicos em relação ao grupo NT.

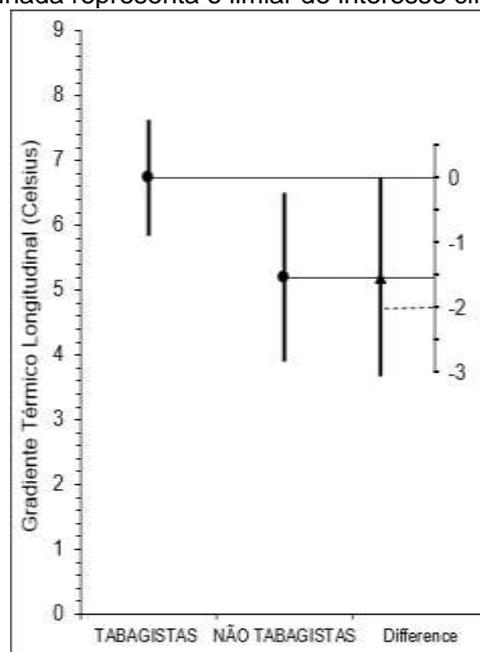
Tabela 4 – Diferenças entre as médias térmicas de áreas controle e experimental dos MMII de pacientes tabagistas (T) ou não tabagistas (NT).

	TABAGISTAS	NÃO TABAGISTAS	Diferenças entre médias (IC 95%)	P-valor
MÉDIA CONTROLE, °C	34,20 (1,6)	34,32 (1,5)	- 0,12 (-1,11 a 0,87)	0,506
MÍN. CONTROLE, °C	32,81 (2,4)	32,55 (2,5)	0,26 (-1,31 a 1,83)	0,748
MÁX. CONTROLE, °C	35,50 (1,2)	35,60 (1,1)	- 0,10 (- 0,84 a 0,64)	0,624
MÉDIA EXPERIMENTAL, °C	31,97 (1,7)	33,07 (2,0)	- 1,10 (- 2,29 a 0,09)	0,038
MÍN. EXPERIMENTAL, °C	28,30 (2,0)	30,14 (3,4)	- 1,84 (- 3,63 a 0,05)	0,321
MÁX. EXPERIMENTAL, °C	35,11 (1,5)	35,43 (1,2)	- 0,32 (- 1,19 a 0,55)	0,601
Δ MÉDIO (E – C), °C	2,22 (1,1)	1,23 (1,2)	1,00 (0,25 a 1,73)	0,017
Δ EXPERIMENTAL (MÍN – MÁX), °C	6,73 (1,9)	5,20 (2,8)	1,53 (0,01 a 3,06)	0,049

Notas. Δ : gradiente; Min: mínimo; Max: máximo; E: experimental (membro amputado); C: controle (membro não amputado). ANCOVA ajustada para as variáveis Idade e Diabetes mellitus.

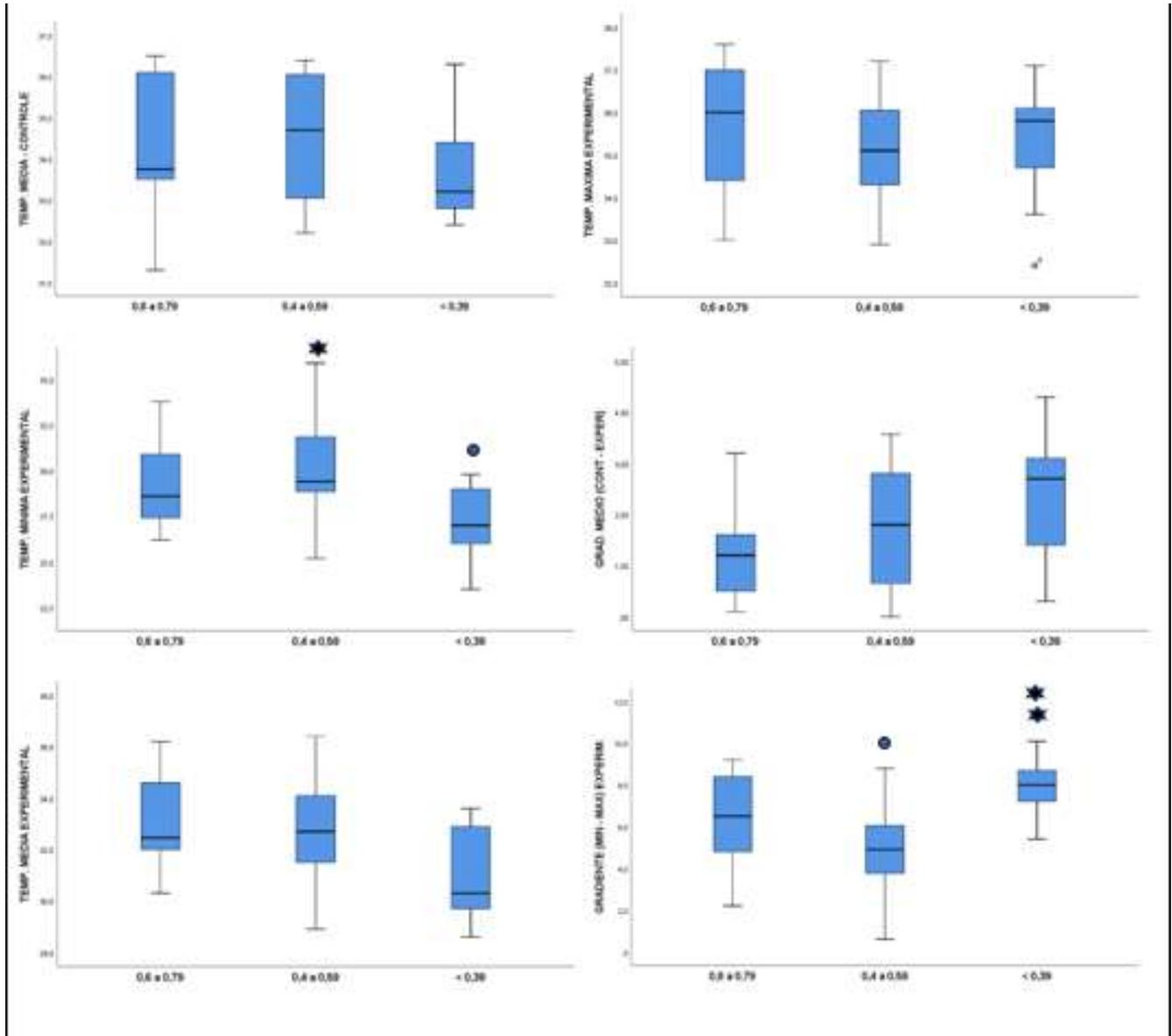
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 8 – Intervalo de Confiança representando a diferença para os gradientes térmicos longitudinais (°C) do membro Experimental (amputado) entre tabagistas e não tabagistas (IC95% 0,01 a 3,06). A linha pontilhada representa o limiar de interesse clínico de 2°C.



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 9 – Temperaturas médias, máximas e mínimas (0C) medidas em diferentes locais nos membros controle (não amputado) e experimental (amputado) estratificados pelo índice tornozelo-braquial. Boxplots exibem as médias (retângulos coloridos), as medianas (linha horizontal), amplitude interquartílica (tamanho dos retângulos), valores máximos e mínimos (whiskers) e um outlier moderado (círculo). * P = 0,032; ** P = 0,002. ANCOVA ajustada para as variáveis idade, Diabetes mellitus e tabagismo. Grad: gradiente; Min: mínimo; Max: máximo

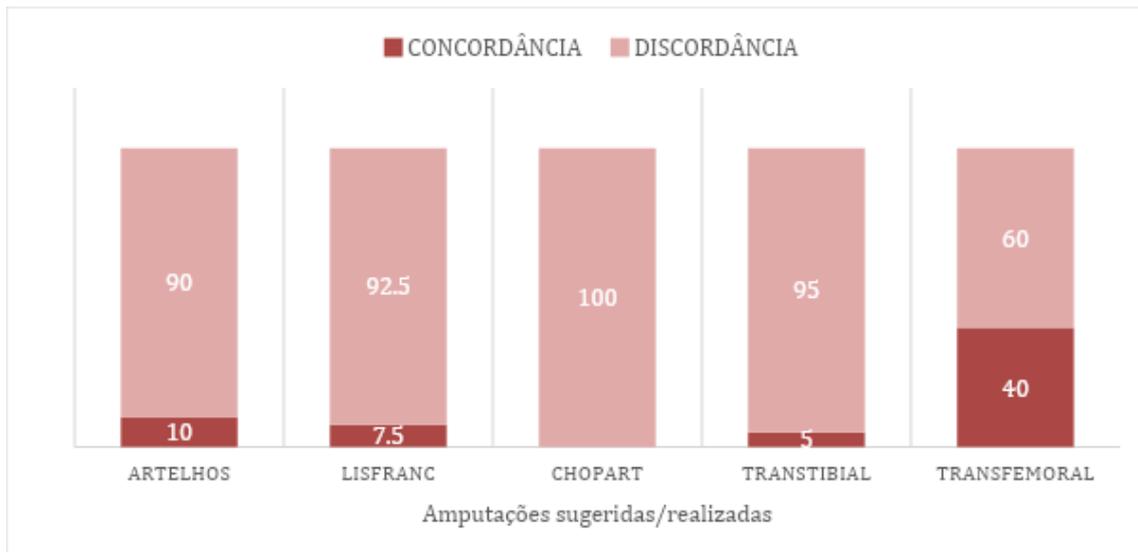


Fonte: Dados da Pesquisa

O Teste de Kappa de Cohen demonstrou fraca concordância (baixa acurácia), Kappa = 0,459, P = 0,001, entre o nível indicado da amputação e o realizado pelo cirurgião vascular (proporção de variância explicada pelo modelo de cerca de 21% - coeficiente de determinação). A análise dos percentuais de concordância / discordância entre avaliadores, de acordo com os membros amputados, é exibida na

Figura 10. Os resultados mostraram maior concordância para amputações transfemorais (~ 40%) e nenhuma concordância para o tipo Chopart (Figura 10).

Figura 10 – Percentual de concordância/discordância entre avaliadores para diferentes membros amputados.



Fonte: Dados da Pesquisa

As análises de covariância, controladas pelas variáveis sexo, Diabetes Mellitus e Tabagismo, quando estratificadas pelos ITB, evidenciaram diferenças significativas para as variáveis Temperatura mínima experimental ($P = 0,036$) e Gradiente (Min – Máx) experimental ($P = 0,002$). Análises *pos hoc* apresentaram diferenças significativas entre as médias para os estratos 0,4 – 0,59 e 0,39 (- 2,91[0,22 a 5,62] e 3,19[1,08 a 5,30], respectivamente)

6 DISCUSSÃO

Nesta pesquisa, foi observado que os pacientes tabagistas apresentavam maiores amplitudes térmicas, com gradientes térmicos longitudinais mais elevados, em alguns casos passando de 6° C. Esse resultado apresentou importância clínica, uma vez que houve uma tendência a realizar amputações maiores em pacientes com gradientes térmicos longitudinais mais altos. Este aspecto tem potencial de utilidade para a identificação de cenários de maior gravidade nesta população.

Um estudo realizado por Ilo A, et al, em 2020, também utilizando a termografia com pacientes diabéticos, envolvendo múltiplas comparações térmicas entre os pés desses pacientes, evidenciou uma diferença média de cerca de $1,46 \pm 1,4$ °C nos pés com maior risco de amputação (Ilo; Romsis; Makela, 2020). Nesta perspectiva, é provável que, dependendo do membro investigado, gradientes térmicos inferiores ao limiar de 2°C também sejam de importância para o rastreamento de pacientes com maior risco de amputação, particularmente quando existem outros fatores prognósticos associados, a exemplo do tabagismo.

Na presente pesquisa, foi encontrada uma baixa concordância entre o nível sugerido da amputação pela termografia e o nível realizado pelo cirurgião para amputações infrapatelares, em especial as amputações ao nível de pé e tornozelo. De forma contrária, foi observada uma concordância maior para as amputações suprapatelares (valor de Kappa 0,674). Isto pode ter ocorrido porque os níveis sugeridos pela termografia infravermelha levaram em consideração apenas o gradiente térmico entre os diferentes níveis de amputação, sendo eles: Transfemoral, transtibial, Chopart, Lisfranc e amputação de artelhos. Foi utilizado um gradiente térmico longitudinal mínimo de 2°C para sugerir o nível de amputação. Não houve nenhum contato entre o examinador e o cirurgião que realizou o procedimento proposto.

Os resultados apresentados levantam uma discussão interessante sobre as amputações de membros inferiores por DAP. Existe uma tendência por parte dos cirurgiões vasculares em realizar a amputação transfemoral, apesar de, em algumas vezes, o gradiente térmico sugerir que poderiam ser realizadas amputações em outros níveis. Os motivos que levam os cirurgiões vasculares a realizarem este tipo de amputação são os mais variados, destacando-se o julgamento clínico aliado à experiência prévia do médico. Outros fatores que contribuem para a escolha do nível

são: pacientes cronicamente acamados, portadores de anquilose da articulação do joelho, com risco cardiovascular elevado e que apresentam baixa probabilidade de protetização. A amputação acima do joelho, na maioria das vezes, é preferida pela maioria dos cirurgiões vasculares com base em outro fator, indispensável durante a realização do exame clínico vascular: a presença do pulso poplíteo. Apesar da presença de pulso poplíteo ainda ser um dos critérios utilizados pela maioria dos cirurgiões vasculares na definição do nível de amputação, o estudo de Dormandy *et al.* (1994), sugere que a amputação transtibial é a cirurgia mais realizada, mesmo na ausência de pulso poplíteo.

Com relação a amputação de Chopart, foi observado que este nível de amputação não foi realizado nos pacientes avaliados durante o presente estudo. A amputação de Chopart tem baixos índices de protetização e na maioria das vezes, os cirurgiões preferem um nível de amputação maior, uma vez que a amputação de Chopart exige cicatrização por segunda intenção e aumento dos dias de internação, devido a curativos e necessidade de antibióticos.

Um outro aspecto importante é que, apesar de existirem outros métodos complementares para auxiliar na escolha no melhor nível da amputação em pacientes com DAP, eles ainda não são utilizados, como, por exemplo, a ultrassonografia doppler. Mesmo sendo de fácil execução, indolor, sem radiação ionizante e amplamente disponível na maioria dos centros vasculares, ela não é amplamente realizada. Este exame de imagem é dependente da experiência do examinador e pode apresentar interpretação desafiadora quando são avaliadas estenoses sequenciais e de alto grau. (Lewis; James; Welch, 1989). Ela pode prever com precisão todas aquelas amputações que irão cicatrizar, mas irá sugerir que um certo número de amputações abaixo do joelho não deve ser realizado em pacientes que, em última análise, estariam aptos para esta cirurgia. Portanto, se os cirurgiões vasculares confiassem inteiramente nesse método, um excesso de amputações transfemorais seria realizado. (Malone *et al.*, 1987)

A avaliação dos resultados de qualquer estudo que visa determinar o melhor nível de amputação do membro inferior passa pela razão entre as amputações acima do joelho e as abaixo do joelho (AJ/AbJ). A maioria dos centros médicos possuem escores maiores que 1,0 (Wagner *et al.*, 1988), o que demonstra uma tendência de os cirurgiões escolherem as amputações primárias acima do joelho como primeira opção. No entanto, em alguns locais essa taxa pode variar, dependendo das características

demográficas da população estudada. Um inquérito realizado na Inglaterra e no país de Gales em 1985 identificou uma razão entre amputação acima e abaixo do joelho igual a 0,6. (Medical Statistic Division, 1985). Entre as 40 amputações realizadas na presente pesquisa, 22 foram acima do joelho, perfazendo uma taxa de 1,22, ou seja, acompanhando a estatística da maioria dos centros médicos que realizam esta cirurgia.

Uma limitação da presente pesquisa foi não usar a termografia dinâmica. Este é um método promissor para análise do fluxo sanguíneo da extremidade do membro comprometido, podendo ser uma ferramenta interessante no diagnóstico e tratamento dos pacientes portadores de DAP. Outra limitação é que os pacientes não foram avaliados separadamente, em acordo com outros fatores de risco para a DAP, como a diabetes mellitus, além do tabagismo.

O teste ideal para determinar o nível de amputação deve ser prático, de baixo custo e com boa sensibilidade e especificidade. A literatura ainda é carente em estudos clínicos controlados que possam prever o nível de amputação com segurança. Abordagens mais precisas exigem custos elevados, o que nem sempre é reprodutível na prática clínica. Uma opção interessante seria empregar um teste que, mesmo não sendo tão preciso, fosse mais barato e com melhor aplicação prática (Sarin *et al.*, 1991). Desta forma, a termografia infravermelha portátil a beira leito mostra-se um método prático, indolor, de baixo custo financeiro e que pode fornecer informações importantes para o cirurgião vascular em determinar o melhor nível de amputação.

O uso da TI não é novo e apesar dos resultados promissores do método, outros estudos são necessários para a validação, como uma ferramenta útil na avaliação do paciente com DAP.

7 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados sugerem que a TI pode ser um método de baixo custo, indolor e que pode ser realizado à beira leito, de forma complementar ao exame clínico do paciente portador de DAP em estágios finais. O nível de concordância entre o nível de amputação sugerido pela TI e o nível da amputação realizada apresentou melhor concordância (40%) para as cirurgias acima do joelho. Especula-se, portanto, que o uso da TI pode auxiliar o cirurgião em sua tomada de decisão para a definição do nível de amputação em estágios avançados da DAP.

Este estudo evidenciou que os pacientes portadores de doença arterial periférica e tabagistas apresentaram gradientes térmicos longitudinais maiores em comparação aos não tabagistas. Esses resultados têm importância clínica, uma vez que esses pacientes foram submetidos a amputações maiores com mais frequência.

REFERÊNCIAS

- ABOU-ZAMZAM JR, A. M. *et al.* A prospective analysis of critical limb ischemia: Factors Leading to major primary amputation versus revascularization. **Annals of Vascular Surgery**, v. 21, n. 4, p. 458-463, jul. 2007. DOI: 10.1016/j.avsg.2006.12.006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17499967/>. Acesso em: 4 fev. 2024.
- ALCOCK, R. **Notes on the Medical History and Statistics of the British Legion of Spain**. London: Churchill, 1838.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Peripheral arterial disease in people with diabetes. **Diabetes Care**, v. 26, n. 12, p. 3333–3341, 2003. DOI: 10.2337/diacare.26.12.3333. Disponível em: <https://diabetesjournals.org/care/article/26/12/3333/21851/Peripheral-Arterial-Disease-in-People-With>. Acesso em: 24 jan. 2024.
- BARBOSA, A. S. *et al.* Múltiplas definições de ser fumante e diagnóstico de tabagismo: uma revisão sistemática. **Aletheia**, Canoas, n. 45, p. 190-201, dez. 2014. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-03942014000200015. Acesso em: 22 jan. 2024.
- BRIOSCHI, M. L. *et al.* **Manual de termografia médica**. [S.l.]: Abraterm, 2012. *E-book*.
- DACHUN, X. *et al.* Sensitivity and specificity of the ankle--brachial index to diagnose peripheral artery disease: a structured review. **Vascular Medicine**, v. 15, n. 5, p. 361-369, oct. 2010. DOI: 10.1177/1358863X1037837. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1358863X10378376>. Acesso em: 13 jan. 2024.
- DARLING, R. C.; OZAKI, C. K. **Master Techniques In Surgery: Vascular Surgery**. New York: Lippincott, 2016.
- DORMANDY, J. *et al.* Prospective study of 713 below-knee amputations for ischaemia and the effect of a prostacyclin analogue on healing. Hawaii Study Group. **Br J Surg**, v. 81, n. 1, p. 33-37, jan. 1994. DOI: 10.1002/bjs.1800810110. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7508804/>. Acesso em: 23 jan. 2024.
- DORMANDY, J.; RUTHERFORD, R. B. Management of peripheral arterial disease (PAD). TASC working group. TransatlAntic Inter-Society Consensus (TASC). **Journal of Vascular Surgery**, v. 31, p. s1-s296, jan. 2000. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10666287/>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- DORNELAS, F. D. L. Uso da prótese e retorno ao trabalho em amputados por acidentes de transporte. **Acta Ortop Bras.**, Uberlândia, v.18, n.4, p. 204-6, 2010. DOI: 10.1590/S1413-78522010000400006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aob/a/RtfqGBqpNVrWGsXBVpQRfFs/?lang=pt#>. Acesso em: 10 fev. 2024.

ESSON, K.; LEEDER, A. R. **The Millennium Development Goals and tobacco control**: an opportunity for global partnership. Geneva : World Health Organization, 2004.

FOWKES, F. G. et al. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: a systematic review and analysis. **Lancet**, n. 382, p. 1329-1340, oct. 2013. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61249-0. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23915883/>. Acesso em: 3 fev. 2024.

GHASSEMI, P. *et al.* Best practices for standardized performance testing of infrared thermographs intended for fever screening. **PLoS One**, sep. 2018. DOI: 10.1371/journal.pone.0203302. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0203302#:~:text=For%20normal%20fever%20screening%2C%20the,3.2>). Acesso em: 1 fev. 2024.

GROSS, S. **A Manual of Military Surgery or Hints on the Emergencies of the Field, Camp and Hospital Practice**. Philadelphia: Lippincott, 1862.

HILDEBRANDT, C.; RASCHNER, C.; AMMER, K. An Overview of Recent Application of Medical Infrared Thermography in Sports Medicine in Austria. **Sensors**, v. 10, n. 5, p. 4700-4715, may, 2010. DOI: 10.3390/s100504700. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3292141/>. Acesso em: 11 fev. 2024.

HIRSCH, A. T. *et al.* Peripheral arterial disease detection, awareness, and treatment in primary care. **JAMA**, v. 286, n. 11, p. 1317-1324, 2001. DOI: 10.1001/jama.286.11.1317. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/194205>. Acesso em: 11 fev. 2024.

HØYER, C.; SANDERMANN, J.; PETERSEN, L. J. The toe brachial index in the diagnosis of peripheral arterial disease. **Journal of vascular surgery**, v. 58, n. 1, p. 231-238, 2013. DOI: 10.1016/j.jvs.2013.03.044. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0741521413007106>. Acesso em: 1 fev. 2024.

HUXLEY, R. R.; WOODWARD, M. Cigarette smoking as a risk factor for coronary heart disease in women compared with men: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. **Lancet**, v. 378, n. 9799, p. 1297-1305, oct. 2011. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60781-2. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21839503/>. Acesso em: 11 fev. 2024.

ILO, A.; ROMSI, P.; MAKELA, J. Infrared Thermography and Vascular Disorders in Diabetic Feet. **J Diabetes Sci Technol**, v. 14, n. 1, p. 28-36, jan. 2020. DOI: 10.1177/1932296819871270. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7189167/>. Acesso em: 23 jan. 2024.

KANNEL, W. B.; MCGEE, D. L. Update on some epidemiologic features of intermitente claudication: the Framingham Study. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 33, n. 1, p. 13-18, jan. 1985. DOI: 10.1111/j.1532-5415.1985.tb02853.x. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3965550/>. Acesso em: 4 fev. 2024.

KIRKUP, J. **A history of limb amputation**. London: Springer, 2007. *E-book*. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-84628-509-7>. Acesso em: 3 fev. 2024.

KOLOSSVARY, E. *et al.* Trends in Major Lower Limb Amputation Related to Peripheral Arterial Disease in Hungary: A Nationwide Study (2004-2012). **Eur J Vasc Endovasc Surg**, v. 50, n. 1, p. 78-85, jul. 2015. DOI: 10.1016/j.ejvs.2015.02.019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25842279/>. Acesso em: 2 fev. 2024.

KRISHNA, K. P. *et al.* Under utilization of evidence based smoking cessation support strategies despite high smoking addiction burden in peripheral artery diseases specialty care: PORTRAIT Registry. **Journal of the American Heart Association**, v. 7, n. 20, e010076, oct. 2018. DOI: 10.1161/JAHA.118.010076. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC30371269/>. Acesso em: 5 fev. 2024.

KURAMOTO, D. A. B *et al.* Cessação do tabagismo para doença arterial periférica: protocolo de revisão sistemática. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, n. 50, 2023. DOI: 10.1590/0100-6991e-20233482. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcbc/a/5FSVnWzJFCLg7YGr9pD8pNt/?lang=pt>. Acesso em: 15 jan. 2024.

LEITE, C. F *et al.* Análise retrospectiva sobre a prevalência de amputações bilaterais de membros inferiores. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 3, p. 206-213, 2004. Disponível em: <https://jvascbras.org/article/5df0f0c60e88253d42b5f733/pdf/jvb-3-3-206.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2004.

LEWIS, B. D.; JAMES, E. M.; WELCH, T. J. Current applications of duplex and color Doppler ultrasound imaging: carotid and peripheral vascular system. **Mayo Clinic Proceedings**, v. 64, n. 9, p. 1147-1157, sep. 1989. DOI: 10.1016/S0025-6196(12)64984-2. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025619612649842>. Acesso em: 24 jan. 2024.

LIN, P. H.; SAINES, M. Assessment of lower extremity ischemia using smartphone thermographic imaging. **Journal of Vascular Surgery Cases Innov. Tech.**, v. 3, n. 4, dec. 2017. DOI: 10.1016/j.jvscit.2016.10.012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5764914/>. Acesso em: 1 fev. 2024.

LU, L.; MACKAY, D. F.; PELL, J. P. Meta-analysis of the association between cigarette smoking and peripheral arterial disease. **Heart**, v. 100, n. 5, p. 414-423, mar. 2014. DOI: 10.1136/heartjnl-2013-304082. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23922053/#:~:text=Conclusions%3A%20There%20is%20now%20substantial,increased%20compared%20with%20never%20smokers.> Acesso em: 5 fev. 2024.

LUCCIA, N. Amputações de membros inferiores causadas por doença vascular periférica. *In*: PEDRINELLI, A. **Tratamento do paciente com amputação**. São Paulo: Ed. Roca, 2004. cap. 4, p. 25-29.

LUZ, S. C. T *et al.* Avaliação termográfica e adaptação à prótese de amputados de membros inferiores: um olhar qualitativo. **Acta Fisiatr**, São Paulo, ano 25, n. 3, p. 1-13, 2018.

MALONE, J. M. *et al.* Prospective comparison of non-invasive techniques for amputation level selection. **American Journal Surgery**, v. 1554, n. 2, p. 179-184, aug. 1987. DOI: 10.1016/0002-9610(87)90174-7. Disponível em: [https://www.americanjournalofsurgery.com/article/0002-9610\(87\)90174-7/pdf](https://www.americanjournalofsurgery.com/article/0002-9610(87)90174-7/pdf). Acesso em: 3 fev. 2024.

MCGEE, S. R.; BOYKO, E. J. Physical examination and chronic lower-extremity ischemia: a critical review. **Arch Intern Med.**, v. 158, n. 12, p. 1357-1364, jun. 1998. DOI: 10.1001/archinte.158.12.1357. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9645831/>. Acesso em: 3 fev. 2024.

MEDICAL STATISTIC DIVISION. **Office of Population Census and Surveys.** London: Kingsway, 1985.

MILLS, J. L. *et al.* The Society for Vascular Surgery lower extremity threatened limb classification system: Risk stratification based on Wound, Ischemia, and foot Infection (WIFI). **Journal of vascular surgery**, v. 59, n. 1, p. 220-234, jan. 2014. DOI: 10.1016/j.jvs.2013.08.003. Disponível em: [https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214\(13\)01515-2/fulltext](https://www.jvascsurg.org/article/S0741-5214(13)01515-2/fulltext). Acesso em: 1 fev. 2024.

NEHLER, M. R. *et al.* Functional outcomes in a contemporary series of major lower extremity amputations. **Journal of Vascular Surgery**, v. 38, n. 1, p. 7-14, jul. 2003. DOI: 10.1016/S0741-5214(03)00092-2. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0741521403000922>. Acesso em: 5 fev. 2024.

PATIL, K. D.; WILLIAMS, J. R.; WILLIAMS, K. L. Thermographic Localization of Incompetent Perforating Veins in the Leg. **Br. Med. J.**, v. 1, p. 195-197, jan. 1970. DOI: 10.1136/bmj.1.5690.195. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1699323/>. Acesso em: 1 fev. 2024.

PELEKI, A.; SILVA, A. da. Novel Use of Smartphone-based Infrared Imaging in the Detection of Acute Limb Ischaemia. **EJVES Short Reports**, v. 32, p. 1-3, 2016. DOI: 10.1016/j.ejvssr.2016.04.004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405655316300111>. Acesso em: 5 fev. 2024.

PRICE, J. F. *et al.* Relationship between smoking and cardiovascular risk factors in the development of peripheral arterial disease and coronary artery disease. Edinburgh Artery Study. **European Heart Journal**, v. 20, n. 5, p. 344-353, mar. 1999. DOI: 10.1053/euhj.1998.1194. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10206381/>. Acesso em: 4 fev. 2024.

RAHMAN, M. M.; LAHER, I. Structural and functional alteration of blood vessels caused by cigarette smoking: an overview of molecular mechanisms. **Current Vascular Pharmacology**, v. 4, n. 4, p. 276-292, 2007. DOI:

10.2174/157016107782023406. Disponível em:
<https://www.eurekaselect.com/article/23837>. Acesso em: 23 jan. 2024.

SANTOS, V. P. *et al.* Estudo comparativo do Índice Tornozelo Braquial em diabéticos e não diabéticos com isquemia crítica. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 14, n. 4, p. 305-310, 2019. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/jvb/a/cdbTzrwphd4CNsvd5cKvmRy/?format=pdf>. Acesso em: 1 fev. 2024.

SARIN, S. *et al.* Selection of Amputation Level: A Review. **Eur J Vasc Surg**, v. 5, n. 6, p. 611-620, dec. 1991. DOI: 10.1016/s0950-821x(05)80894-1. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1756874/>. Acesso em: 22 jan. 2024.

SBACV. **Doença arterial periférica obstrutiva de membros inferiores diagnóstico e tratamento**. São Paulo: SBACV, 2015. Disponível em:
<https://sbacv.org.br/wp-content/uploads/2018/02/daopmmii.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2024.

SELVIN, E.; ERLINGER, T. P. Prevalence of and risk factors for peripheral arterial disease in the United States: results from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999- 2000. **Circulation**, v. 110, n. 6, p. 732 -748, aug. 2004. DOI: 10.1161/01.CIR.0000137913.26087.F0. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15262830/>. Acesso em: 30 jan. 2024.

SINGH, S.; SINGH, A. K. Role of image thermography in early breast câncer detection- Past, present and future. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, n. 183, jan. 2020. DOI: 10.1016/j.cmpb.2019.105074. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169260719311277>. Acesso em: 4 fev. 2024.

SPENCE, V. A. *et al.* Amputation of the ischemic limb: selection of the optimum site by thermography. **Angiology**, v. 32, n. 3, p. 155-169, mar. 1981. DOI: 10.1177/000331978103200302. Disponível em:
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/000331978103200302>. Acesso em: 1 fev. 2024.

STAFFA, E. *et al.* Infrared thermography as option for evaluating the treatment effect of percutaneous transluminal angioplasty by patients with peripheral arterial disease. **Vascular**, v. 25, n. 1, p. 42-49, 2016. DOI: 10.1177/1708538116640444. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1708538116640444>. Acesso em: 3 fev. 2024.

STANSBURY, L. G.; BRANSTETTER, J. G.; LALLISS, S. J. Amputation in military trauma surgery. **Journal of Trauma**, v. 67, n. 4, p. 940-944, oct. 2007. DOI: 10.1097/TA.0b013e31814934d8. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18090027/>. Acesso em: 3 fev. 2024.

THEUMA, F.; CASSAR, K. The use of smartphone-attached thermography camera in diagnosis of acute lower limb ischemia. **Journal of Vascular Surgery**, v. 67, n. 4, p. 1297, apr. 2018. DOI: 10.1016/j.jvs.2017.02.054. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29579472/>. Acesso em: 11 fev. 2024.

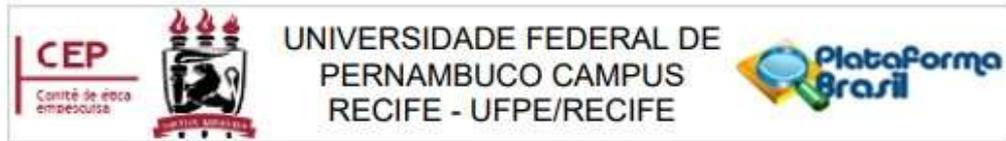
VARDASCA, R. Symmetry of temperature distribution in the Upper and lower extremities. **Thermology International**, n. 22, p. 53-60, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/289383835_Symmetry_of_temperature_distribution_in_the_upper_and_lower_extremities. Acesso em: 3 fev. 2024.

WAGNER, W. H. *et al.* Non invasive determination of healing of major lower extremity amputation: the continued role of clinical judgment. **Journal of Vascular Surgery**, v. 8, n. 6, p. 703-710, dec. 1988. DOI: 10.1016/0741-5214(88)90078-X. Disponível em: [https://www.jvascsurg.org/article/0741-5214\(88\)90078-X/fulltext](https://www.jvascsurg.org/article/0741-5214(88)90078-X/fulltext). Acesso em: 3 fev. 2024.

WILLIGENDAEL, E. M. *et al.* Influence of smoking on incidence and prevalence of peripheral arterial disease. **Journal of vascular surgery**, v. 40, n. 6, p. 1158-1165, dec. 2004. DOI: 10.1016/j.jvs.2004.08.049. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0741521404011413>. Acesso em: 13 jan. 2024.

WINSOR, T. Vascular aspects of thermography. **J. Cardiovasc. Surg.**, v. 12, n. 5, p. 379-388, sep./oct. 1971,

APÊNDICE A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Uso da Termografia em amputações de membros inferiores por doença arterial obstrutiva periférica.

Pesquisador: LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 64758822.1.0000.5208

Instituição Proponente: Programa de Pós-graduação em Cirurgia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.040.467

Apresentação do Projeto:

Trabalho apresentado para Obtenção do Título de mestre em cirurgia da universidade Federal de Pernambuco sob orientação do Professor Drº Esdras Marques Lins.

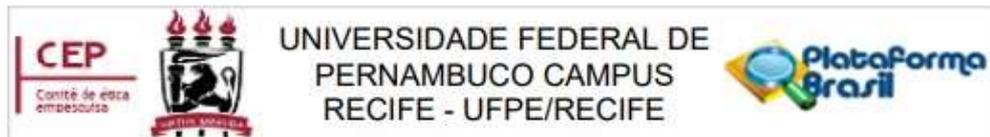
O estudo será desenhado na unidade de cirurgia vascular(UCIVASA) do Hospital de Base do Distrito Federal, referência em cirurgia vascular para região de Brasília e entorno.

Serão randomizados 60 pacientes em dois grupos: decisão do nível de amputação por julgamento clínico do médico cirurgião vascular. Em outro grupo será usado uma câmera termográfica com imagens das plantas dos pés e da perna como suporte a decisão do nível de amputação.

O uso de um método não invasivo e indolor, pretender oferecer critérios objetivos na determinação do nível de amputação em pacientes portadores de doença arterial obstrutiva periférica. Na grande maioria dos serviços de cirurgia vascular o nível de amputação é determinado pela experiência do médico cirurgião. Com auxílio da câmera termográfica, pretende-se oferecer um critério objetivo que auxilie o médico cirurgião na definição do nível a ser operado.

Os pacientes submetidos a análise termográfica serão examinados em decúbito dorsal e com os membros completamente despidos. Será respeitado um tempo de 15 minutos para o início do exame a fim de minimizar a interferência na temperatura ambiente, exceto em pacientes com dor de repouso importante. Duas faixas principais de cores serão analisadas nas imagens termográficas representada por duas

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 6.040.467

densidades diferentes de cores (Azul e Vermelho). O exame termográfico comparará a temperatura de ambos os membros inferiores levando em consideração assimetria de temperatura, bem como presença ou ausência de hipotermia.

Resultados analisados

- 1) Cicatrização do coto de amputação
- 2) Taxa de infecção pós operatória
- 3) Taxa de reoperação: mesmo nível, nível acima.
- 4) Taxa de mortalidade em 30 dias
- 5) Taxa de reabilitação.

Objetivo da Pesquisa:

Determinar o nível de amputação de membros inferiores com uso do equipamento de termografia por ondas infravermelhas.

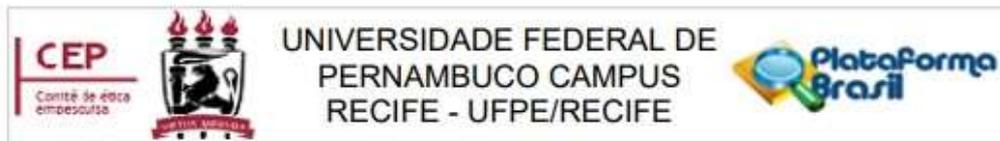
Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Considerando que toda pesquisa tem potencial risco e por se tratar de procedimentos cirúrgicos alguns cuidados serão tomados para reduzir o potencial de dano para os participantes como por exemplo: cuidados com assepsia , antissepsia antes e durante o procedimento , evitar internação prolongado , proporcionar cuidados pós operatórios , promover esclarecimentos necessários durante a participação na pesquisa, promover

acompanhamento contínuo dos pacientes até o término da pesquisa proporcionando acesso ao serviço médico sempre que necessário. O uso da câmera termográfica consiste em um método não invasivo, indolor e sem outros desconfortos, nos quais ondas infravermelhas são capazes de estimar indiretamente através de ondas de calor, o local com maior probabilidade de cicatrização após uma cirurgia de amputação por doença arterial obstrutiva periférica. O aparelho de termografia é colocado a uma distância pré determinada do paciente , portanto , sem contato direto com o membro examinado. O auxílio da câmera termográfica auxilia o médico cirurgião na determinação do nível de amputação, bem como na probabilidade de cicatrização. Os indivíduos participantes da pesquisa serão acompanhados no ambulatório de cirurgia vascular do hospital de base do distrito federal e poderão ser encaminhados ao pronto atendimento em cirurgia vascular da própria instituição em caso de qualquer necessidade inerente a cirurgia como por exemplo: infecções, retirada de linhas de sutura, dores relacionadas ao

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 6.040.467.

procedimento, dúvidas com relação a pesquisa e seguimento na especialidade, incluindo a reabilitação. Será informado, ainda, aos participantes que poderão desistir a qualquer momento de participar da pesquisa em tela. O referido pesquisador é médico e atende os pacientes semanalmente no hospital onde será realizado a coleta dos dados e disponibilizará orientações através de e-mail do pesquisador (leonardommorais@gmail.com),

Benefícios:

Avaliar os benefícios do nível de amputação guiado por termografia com relação a nível de amputação, reoperação, cicatrização da feridaoperatório.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de estudo relevante devido a alta prevalência de pacientes submetidos a amputações de membros inferiores por doença arterial obstrutiva periférica. A determinação adequada do nível de amputação tem um impacto relevante na qualidade de vida do paciente, reduzindo potenciais complicações como reabordagens para ampliar o nível de amputação, bem como aumentando as chances de reabilitação.

Pretende-se com o presente estudo oferecer critérios objetivos como suporte para decisão do médico cirurgião vascular na determinação do melhor nível de amputação de membros inferiores em pacientes portadores de doença arterial obstrutiva periférica grave, através de um método seguro, não invasivo e de fácil manipulação pelo operador.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

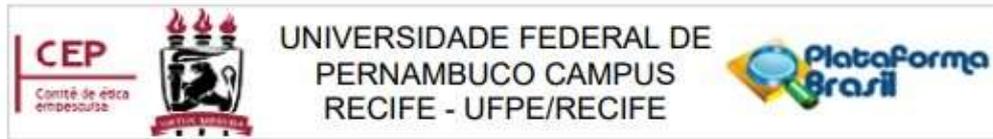
Trata-se de estudo relevante devido a alta prevalência de pacientes submetidos a amputações de membros inferiores por doença arterial obstrutiva periférica. A determinação adequada do nível de amputação tem um impacto relevante na qualidade de vida do paciente, reduzindo potenciais complicações como reabordagens para ampliar o nível de amputação, bem como aumentando as chances de reabilitação.

Pretende-se com o presente estudo oferecer critérios objetivos como suporte para decisão do médico cirurgião vascular na determinação do melhor nível de amputação de membros inferiores em pacientes portadores de doença arterial obstrutiva periférica grave, através de um método seguro, não invasivo e de fácil manipulação pelo operador.

Recomendações:

sem recomendações.

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 6.040.467

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

- APROVADO

Considerações Finais a critério do CEP:

As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Conforme as instruções do Sistema CEP/CONEP, ao término desta pesquisa, o pesquisador tem o dever e a responsabilidade de garantir uma devolutiva acessível e compreensível acerca dos resultados encontrados por meio da coleta de dados a todos os voluntários que participaram deste estudo, uma vez que esses indivíduos têm o direito de tomar conhecimento sobre a aplicabilidade e o desfecho da pesquisa da qual participaram.

Informamos que a aprovação definitiva do projeto só será dada após o envio da NOTIFICAÇÃO COM O RELATÓRIO FINAL da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final disponível em www.ufpe.br/cep para enviá-lo via Notificação de Relatório Final, pela Plataforma Brasil. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado. Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

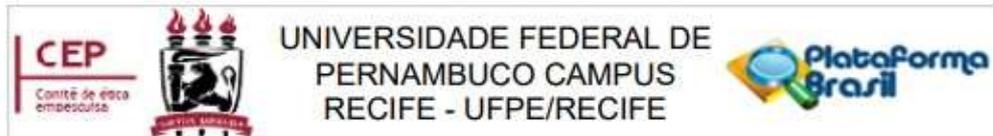
Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1903376.pdf	29/04/2023 09:59:59		Aceito
Outros	projeto1final.pdf	29/04/2023 09:59:45	LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS	Aceito
Outros	Cartaresposta.pdf	29/04/2023 09:58:39	LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRostoassinada_assinado1.pdf	01/03/2023 12:38:45	LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto1final.pdf	04/01/2023 13:04:01	LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS	Aceito
TCLE / Termos de	TCLEMfinal.pdf	04/01/2023	LEONARDO	Aceito

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde

Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600

UF: PE **Município:** RECIFE

Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 6.040,467

Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEMfinal.pdf	13:03:41	MARTINS MOTA DE MORAIS	Aceito
Outros	lattes2.pdf	29/09/2022 12:26:49	LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS	Aceito
Outros	lattesOrientador.pdf	18/09/2022 01:14:35	LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS	Aceito
Outros	Carta.pdf	26/08/2022 10:30:42	LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS	Aceito
Outros	termocompromisso.PDF	29/03/2022 10:20:45	LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS	Aceito
Outros	lattes.pdf	28/03/2022 12:10:16	LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS	Aceito
Outros	MatriculaMestrado.pdf	28/03/2022 12:06:44	LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 04 de Maio de 2023

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
 (Coordenador(a))

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIRURGIA
CURSO DE MESTRADO**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)**

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa *Uso da Termografia em amputações de membros inferiores por doença arterial obstrutiva periférica*, que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS, CPF [REDACTED], telefone [REDACTED], e-mail: [REDACTED], endereço [REDACTED] e está sob a orientação de: Profº Drº ESDRAS MARQUES LINS Telefone: [REDACTED], e-mail ppgc@ufpe.br

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

O (a) senhor (a) estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- Trata-se de pesquisa de importância fundamental para os pacientes portadores de doença arterial obstrutiva periférica que evoluem com complicações e necessidade de amputação de membros inferiores ou parte deles. Na grande maioria dos casos o nível de amputação a que o paciente será submetido é baseado no julgamento clínico do médico cirurgião. Pretende-se com o esta pesquisa acrescentar critérios objetivos a decisão do nível de amputação com uso da câmera termográfica infravermelha. Os pacientes portadores de doença arterial obstrutiva periférica que tiverem indicação de amputação de membros inferiores serão submetidos a imagem termográfica em sala com temperatura adequadamente controlada e serão observados os locais onde o fluxo sanguíneo está adequado para determinação do nível de amputação. Os resultados serão analisados em consulta de retorno, bem como a taxa de reabilitação dos pacientes. As imagens serão efetuadas em ambiente hospitalar e serão analisadas em programa específico de imagens termográficas.
- A pesquisa em questão visa determinar o melhor nível de amputação de membros inferiores em pacientes portadores de doença arterial obstrutiva periférica apoiados no uso das imagens termográficas. Por se tratar de procedimento cirúrgico, alguns riscos são descritos como: infecção, risco anestésico, necessidade de nova cirurgia, internação prolongada, falha na cicatrização ou reabilitação, eventos adversos medicamentosos, eventos adversos cardiovasculares, óbito.
- Os benefícios da pesquisa serão importantes para avaliar as indicações dos níveis de amputação com uso da camera termográfica, proporcionando uma decisão mais objetiva no que diz respeito a cirurgia. Um nível de amputação mais adequado proporciona melhora na qualidade de vida do paciente, reabilitação mais precoce, bem como reduz as complicações inerentes ao procedimento. Uma reabilitação precoce devolve a autoestima do paciente e propicia um retorno mais efetivo as atividades laborativas.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (imagens), ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador principal, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o (a) senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).

ASSINATURA DO PESQUISADOR

assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade

Local e data _____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

Impressão
digital
(opcional)