



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE CIÊNCIAS MÉDICAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIRURGIA

GABRIELA DE OLIVEIRA BURIL

**COMPARAÇÃO ENTRE O ÍNDICE DE RESISTÊNCIA E A ARTERIOGRAFIA NA  
AVALIAÇÃO PRÉ-OPERATÓRIA DA ISQUEMIA CRÍTICA DOS MEMBROS  
INFERIORES**

RECIFE

2022

GABRIELA DE OLIVEIRA BURIL

**COMPARAÇÃO ENTRE O ÍNDICE DE RESISTÊNCIA E A ARTERIOGRAFIA NA  
AVALIAÇÃO PRÉ-OPERATÓRIA DA ISQUEMIA CRÍTICA DOS MEMBROS  
INFERIORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cirurgia do Centro de Ciências Médicas da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Cirurgia.

Área de Concentração: Cirurgia

Orientador: Prof. Dr. Esdras Marques Lins

Coorientadora: Profa. Dra. Emmanuelle Tenório Albuquerque Godoi Berenguer de Barros e Silva

Linha de Pesquisa: Métodos Diagnósticos e Terapêuticos em Cirurgia

RECIFE

2022

Catalogação na Fonte  
Bibliotecário: Rodrigo Leopoldino Cavalcanti I, CRB4-1855

B958c      Buril, Gabriela de Oliveira.  
                Comparação entre o índice de resistência e a arteriografia na avaliação pré-operatória da isquemia crítica dos membros inferiores / Gabriela de Oliveira Buril. – 2022. 64 f. : il. ; tab. ; 30 cm.

                Orientador : Esdras Marques Lins.  
                Coorientadora : Emmanuelle Tenório Albuquerque Godoi Berenguer de Barros e Silva.  
                Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Médicas. Programa de Pós-Graduação em Cirurgia. Recife, 2022.

                Inclui referências, apêndices e anexo.

                1. Isquemia Crônica Crítica de Membro. 2. Ultrassonografia Doppler. 3. Resistência Vascular. 4. Doença Arterial Periférica. 5. Procedimentos Endovasculares. I. Lins, Esdras Marques (Orientador). II. Silva, Emmanuelle Tenório Albuquerque Godoi Berenguer de Barros e (Coorientadora). III. Título.

617                      CDD (23.ed.)                      UFPE (CCS2022-251)

GABRIELA DE OLIVEIRA BURIL

**COMPARAÇÃO ENTRE O ÍNDICE DE RESISTÊNCIA E A ARTERIOGRAFIA NA  
AVALIAÇÃO PRÉ-OPERATÓRIA DA ISQUEMIA CRÍTICA DOS MEMBROS  
INFERIORES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cirurgia do Centro de Ciências Médicas da Universidade Federal de Pernambuco, na área de concentração Cirurgia para obtenção do título de Mestre em Cirurgia.

Aprovada em: 29/07/2022

Banca examinadora:

---

Professor Doutor Esdras Marques Lins  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Professora Doutora Emmanuelle Tenório Albuquerque Godoi Berenguer de Barros e  
Silva  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Doutora Gisele Vajgel Fernandes  
Universidade Federal de Pernambuco

*Dedico esta tese ao meu pai, Tadeu Buri, cirurgião vascular e grande inspiração, que tinha o sonho de se tornar professor na Universidade Federal de Pernambuco, no Serviço do Professor Dr. Romero Marques, seu grande mentor.*

*Se é verdade que os pais se realizam nos filhos: ainda não chegamos lá, mas estamos a caminho, pai!*

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço aos meus pais, Miriam e Tadeu, que são presença, apoio e amor incondicionais e ininterruptos, dando-me o lastro para alcançar todos os meus sonhos na vida.*

*Ao meu companheiro, Luís, pela parceria, paciência e amor durante o desenvolvimento desta tese e em todos os dias da minha vida.*

*Aos meus irmãos, companheiros de vida, Roberto e Juliana, pelo incentivo, presença e amor diários.*

*A minha cunhada, Letícia, pelo exemplo de resiliência e perseverança.*

*Aos meus sobrinhos e afilhados, Vinícius, Martín e Isabela, por manterem até os dias mais difíceis muito mais iluminados e serem minha alegria diária.*

*Ao meu orientador, Professor Dr. Esdras, pelos inúmeros ensinamentos e pelo grande incentivo desde o primeiro dia e por manter minha esperança quando algo não acontecia conforme o planejado.*

*À minha banca, Dra. Emmanuelle e Dra. Gisele, amigas de longa data. Obrigada pela inspiração e conhecimento transmitido não só dentro desta tese.*

*Às minhas residentes, Isadora, Paloma, Larissa, Camilla, pela ajuda imensurável durante minha coleta de dados. Minhas vasculadies.*

*Às minhas colegas, Rebecca e Juliana, por toda a ajuda na realização dos inúmeros exames necessários para compor essa tese.*

*À toda a equipe multidisciplinar do Serviço de Radiologia Intervencionista e do Serviço de Cirurgia Vascular por contribuírem de maneira exemplar na condução de um serviço de excelência, sem os quais esta tese não poderia ter sido desenvolvida.*

*Por último, mas não menos importante, aos meus pacientes, que depositaram sobre mim a esperança de melhora e cura num momento tão frágil e doloroso de suas vidas. Sem cada um deles, nada disso poderia ter sido feito.*

## RESUMO

As obstruções do leito distal (perna e pé) das artérias de desague dos membros inferiores (MMII) podem ser responsáveis pela redução da perviedade de angioplastias e enxertos em ponte. O leito distal pode ser de difícil avaliação, seja por ultrassonografia Doppler (UD), seja por arteriografia com subtração digital (ASD). Adicionalmente, a UD não possui acuidade para avaliar todas as artérias que compõem o arco plantar (AP), porém, mais recentemente, alguns autores, de forma incipiente, têm defendido o uso do Índice de Resistência (IR) como um instrumento útil para o estudo destes vasos. Comparar o IR das artérias distais (receptoras de revascularização) dos MMII, com a ASD em pacientes com isquemia crítica (IC). O estudo transversal incluiu 120 pacientes portadores de IC dos MMII, internados para realização cirurgia de revascularização no Serviço de Cirurgia Vascular do HC/EBSERH – UFPE. A coleta de dados foi prospectiva entre setembro de 2019 a abril de 2022. A UD e a ASD foram realizados em todos os pacientes. O IR obtido por UD das artérias distais dos MMII possíveis de serem receptoras de revascularização foi comparado com as imagens obtidas pela ASD, classificadas de acordo com Rutherford. Os valores do IR encontrados para as artérias de perna: tibial anterior (TA), tibial posterior (TP) e fibular (FIB) apresentaram uma correlação positiva, estatisticamente significativa, quando correlacionados à Classificação angiográfica de Rutherford (tibial anterior  $p < 0,01$ ; tibial posterior  $p = 0,012$ ; FIB  $p = 0,034$ ) e para a artéria dorsal do pé ( $p < 0,01$ ). Foi comparado também o IR das artérias distais à imagem angiográfica do AP. Os valores médios de IR encontrados foram: TA (média de IR de 0,48 para AP completo e de IR de 0,64 para AP incompleto;  $p = 0,018$ ), FIB (média de IR 0,47 para AP completo e de IR de 0,70 para AP incompleto;  $p = 0,047$ ) e DP (média de IR de 0,42 para AP completo e de IR de 0,63 para AP incompleto;  $p = 0,008$ ). Não houve diferença estatística para a TP. Neste estudo, foi encontrado que o IR coletado pela UD, quando comparado à ASD, é adequado para o estudo das artérias do leito distal após obstrução, nos MMII para avaliação pré-operatória da cirurgia de revascularização em pacientes com IC. Os índices de resistência, quando comparados aos tipos de arco plantar, conseguiram identificar se o arco é completo

ou incompleto, como visto pela arteriografia com subtração digital. Mesmo sem a visualização direta dos pequenos vasos profundos do pé. Adicionalmente, o índice de resistência é relativamente simples de se realizar, não-invasivo, seguro e mais barato, quando comparado à angiografia com subtração digital.

**Palavras-chave:** isquemia crônica crítica de membro; ultrassonografia Doppler; resistência vascular; doença arterial periférica; procedimentos endovasculares.

## ABSTRACT

*The distal obstructions (leg and foot) of the lower limbs (LL) arteries may be responsible for reducing the patency of angioplasty and by-pass. Foot arteries are difficult to assess, either by Duplex-scan (DS) or by digital subtraction arteriography (DSA). The DS does not have the acuity to evaluate all the arteries from the plantar arch (PA). However, preliminary data demonstrate that the use of the Resistance Index (RI) might be a useful instrument for the study of these vessels. To compare the RI of the distal arteries (revascularization recipients) of the lower limbs, with the DSA in patients with critical limb ischemia (CLI). The cross-sectional study included 120 hospitalized patients with lower limbs CLI before revascularization surgery at the Vascular Surgery Service of HC/EBSERH – UFPE, between September 2019 and April 2022. DS and DSA were performed in all patients. The RI obtained by the DS of the lower limbs distal arteries that could be recipients of revascularization were compared with the DSA images, according to the Rutherford's Classification. The RI values from the leg arteries (tibial and peroneal) showed a positive statistically significant correlation when correlated with the Rutherford angiographic classification (anterior tibial  $P < 0.01$ ; posterior tibial  $P = 0.012$ ; peroneal  $P = 0.034$  and  $P < 0,01$ ) and for the foot artery (dorsal pedal artery  $P < 0,01$ ). The RI of the distal arteries was also compared to angiographic image to the PA. The values of the anterior artery showed mean RI of 0.48 for complete PA and of RI of 0.64 for incomplete PA ( $P = 0.018$ ); the peroneal artery demonstrates mean RI 0.047 for complete PA and RI 0.70 for incomplete PA ( $P = 0.04$ ) and pedal dorsalis artery had mean RI 0.42 for PA complete and RI of 0.63 for incomplete PA ( $P = 0.008$ ). There was no statistical difference for PT. In this study, we found that the resistance index, when compared to digital subtraction arteriography, is suitable for the study of the distal arteries of the lower limbs before revascularization surgery in patients with critical limb ischemia. The RI of the distal arteries was able to identify whether it is a complete or incomplete arch, as seen by arteriography with digital subtraction despite the lack of direct visualization of the small and deep vessels of the foot. Additionally, the resistance index is relatively simple to perform, non-invasive, safer and cheaper, when compared with DSA.*

**Key-words:** Chronic limb-threatening ischemia; Doppler ultrasonography; vascular resistance; peripheral arterial disease; endovascular procedures.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.A</b>	Imagem de ultrassonografia com Doppler, exemplificando o cálculo do índice de resistência: artéria fibular esquerda .....	34
<b>Figura 1.B</b>	Imagem de ultrassonografia com Doppler, exemplificando o cálculo do índice de resistência: Artéria tibial posterior direita	34
<b>Figura 1.C</b>	Imagem de ultrassonografia com Doppler, exemplificando o cálculo do índice de resistência: artéria dorsal do pé esquerda .....	34
<b>Figura 1.D</b>	Imagem de ultrassonografia com Doppler, exemplificando o cálculo do índice de resistência: artéria tibial anterior direita....	34
<b>Figura 2</b>	Gráfico de dispersão de cada leito arterial distal comparando a pontuação, segundo Rutherford, com o respectivo índice de resistência .....	42
<b>Figura 3.A</b>	Imagem arteriográfica de arco plantar direito completo .....	43
<b>Figura 3.B</b>	Imagem arteriográfica de arco plantar direito completo sem subtração digital .....	43
<b>Figura 4.A</b>	Imagem arteriográfica de arco plantar direito incompleto .....	44
<b>Figura 4.B</b>	Imagem arteriográfica de arco plantar direito incompleto sem subtração digital .....	44

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Categorias clínicas da isquemia crítica dos membros inferiores .....	22
<b>Tabela 2.1</b>	Ponderação do desague arterial (total de três unidades) – <b>local</b> .....	35
<b>Tabela 2.2</b>	Ponderação do desague arterial (total de três unidades) – <b>oclusão</b> .....	35
<b>Tabela 3</b>	Descritor de desague inframaleolar/pedal do <i>Global Limb Anatomic Staging System</i> (GLASS) .....	36
<b>Tabela 4</b>	Caracterização da amostra de 120 pacientes .....	39
<b>Tabela 5</b>	Classificação das artérias do leito distal, segundo Rutherford .....	40
<b>Tabela 6</b>	Índices de resistência encontrados nas artérias tibial anterior, tibial posterior, fibular e desvio padrão .....	40
<b>Tabela 7</b>	Correlação entre a Classificação de Rutherford e os índices de resistência das artérias tibiais, fibular e dorsal do pé .....	41
<b>Tabela 8</b>	Classificação dos arcos plantares, segundo o GLASS, encontrados na amostra .....	43
<b>Tabela 9</b>	Comparações entre os tipos de arco plantar e os índices de resistência encontrados nas artérias infrageniculares ...	45

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AP</b>	Arco plantar
<b>ARM</b>	Angiorressonância nuclear magnética
<b>ASD</b>	Angiografia por subtração digital
<b>ATC</b>	Angiotomografia computadorizada
<b>ATP</b>	Angioplastia transluminal percutânea
<b>CEP</b>	Comitê de ética em pesquisa
<b>DAP</b>	Doença arterial periférica
<b>DM</b>	<i>Diabetes mellitus</i>
<b>DP</b>	Dorsal do pé
<b>DRC</b>	Doença renal crônica
<b>FIB</b>	Fibular
<b>FRP</b>	Frequência de repetição de pulso
<b>GLASS</b>	<i>Global Limb Anatomic Staging System</i>
<b>HAS</b>	Hipertensão arterial sistêmica
<b>HC/EBSERH-</b>	Hospital das Clínicas/Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares
<b>UFPE</b>	da Universidade Federal de Pernambuco
<b>HD</b>	Hemodiálise
<b>IC</b>	Isquemia crítica
<b>IP</b>	Índice de pulsatilidade
<b>IR</b>	Índice de resistência
<b>LAD</b>	Leito arterial distal
<b>LDL</b>	Colesterol de baixo peso molecular
<b>NO</b>	Óxido nítrico
<b>PAS</b>	Pressão arterial sistêmica
<b>RVP</b>	Resistência vascular periférica
<b>TA</b>	Tibial anterior
<b>TCLE</b>	Termo de consentimento livre e esclarecido
<b>TP</b>	Tibial posterior

<b>UD</b>	Ultrassonografia Doppler
<b>VDF</b>	Velocidade diastólica final
<b>VPS</b>	Velocidade de pico sistólico

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1	APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA .....	15
1.2	JUSTIFICATIVA DO ESTUDO .....	17
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	20
2.1	OBJETIVO GERAL .....	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
<b>3</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	21
3.1	DOENÇA ATERIAL PERIFÉRICA DOS MEMBROS INFERIORES.....	21
3.2	AVALIAÇÃO PRÉ-OPERATÓRIA COMPLEMENTAR DAS ARTÉRIAS DISTAIS A UMA OBSTRUÇÃO NOS MEMBROS INFERIORES .....	24
3.3	A RESISTÊNCIA VASCULAR PERIFÉRICA NA ISQUEMIA CRÍTICA DOS MEMBROS INFERIORES .....	26
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	30
4.1	LOCAL DO ESTUDO .....	30
4.2	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO .....	30
4.3	CRITÉRIO DE EXCLUSÃO .....	30
4.4	PERÍODO DO ESTUDO .....	30
4.5	DESENHO DO ESTUDO .....	30
4.6	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS .....	31
4.7	METODOLOGIA ESTATÍSTICA .....	37
4.8	APROVAÇÃO PELO COMITÉ DE ÉTICA EM PESQUISA .....	37
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	38
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	46
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	52
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	53
	<b>APÊNDICA A</b> – Ficha de Coleta de Dados Clínicos .....	58
	<b>APÊNDICE B</b> – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	59
	<b>ANEXO A</b> – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa	60

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

As doenças crônicas e não-infecciosas são causa crescente de morbimortalidade não só em países desenvolvidos, como em países em desenvolvimento (FOWKES, RUDAN, *et al.*, 2013; CONTE, BRADBURY, *et al.*, 2019). Na década atual, a prevalência de doenças crônicas e não-infecciosas tem crescido rapidamente impulsionada pelo envelhecimento da população e o aumento crescente à exposição de fatores de risco como: hipertensão arterial sistêmica (HAS), *diabetes mellitus* (DM), tabagismo, dislipidemias, obesidade e sedentarismo. Entre as doenças crônicas, encontra-se a doença arterial periférica (DAP), de certa forma, ainda negligenciada, apesar de ser a terceira causa de morte cardiovascular, atrás apenas da doença coronariana e do acidente vascular isquêmico (FOWKES, RUDAN, *et al.*, 2013; CONTE, BRADBURY, *et al.*, 2019; ROIJERS, RAKKÉ, *et al.*, 2020; BULDAK, 2022; WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018).

A isquemia crônica com ameaça de perda de membro, ou apenas isquemia crítica (IC), representa o estágio final da DAP. É definida como dor em repouso, úlcera ou gangrena atribuídas objetivamente a uma doença arterial oclusiva (STONER, CALLIGARO, *et al.*, 2016). Os pacientes com IC possuem alta mortalidade, principalmente, porque a aterosclerose é difusa, acometendo também o coração e o cérebro. Aquela incorre, ainda, em morbidade significativa pela perda de membro, dor intensa e redução da qualidade de vida dos pacientes afetados (CONTE, BRADBURY, *et al.*, 2019). Atualmente, a IC é também um problema com alta prevalência, levando ao aumento de custo para os cuidados à saúde em todo o mundo (CONTE, BRADBURY, *et al.*, 2019; GEIGER e GUILLAUMON, 2019).

Com o aumento da prevalência do DM, a incidência de lesões complexas, multissegmentares e acometendo as finas artérias infrapoplíteas tem aumentado. Mais da metade dos pacientes com dor em repouso ou lesão tecidual possuem lesões nas artérias infrageniculares (WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; CHEUN, JAYAKUMAR, *et al.*, 2020).

Quando um paciente se apresenta em risco iminente de perda de membro por

IC, é urgente se providenciar a revascularização desse membro, com o intuito de fornecer um fluxo arterial pulsátil para o pé. Essa revascularização pode ser proporcionada por uma cirurgia aberta em ponte ou por uma angioplastia transluminal percutânea (ATP) (ROIJERS, RAKKÉ, *et al.*, 2020; WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; CHAN, CHENG e CHEUNG, 2020; BRODMANN, ZELLER, *et al.*, 2017; ELSHARKAWI, ELSHERIF, *et al.*, 2021). Infelizmente, a patência das revascularizações para as artérias infrageniculares, seja por qualquer das técnicas escolhidas, ainda é baixa, levando a mais morbidade para os pacientes portadores dessas lesões (WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; CHEUN, JAYAKUMAR, *et al.*, 2020; ELSHARKAWI, ELSHERIF, *et al.*, 2021).

Vários são os exames disponíveis para se avaliar as artérias distais na DAP para serem revascularizadas. Até os dias atuais, a arteriografia por subtração digital (ASD) continua sendo o exame padrão-ouro para se estudar a árvore arterial e suas patologias. Entretanto, a ASD é um exame invasivo, utiliza contraste iodado, expõe o paciente e a equipe médica à radiação ionizante e tem alto custo (LEE, ZHUO, *et al.*, 2019). Mesmo sendo o padrão-ouro, a ASD possui limitações: a opacificação do leito distal a uma oclusão, por vezes, é inadequada. Em algumas situações, nem as várias incidências, nem um volume maior de contraste é capaz de opacificar adequadamente as artérias distais à uma oclusão, especialmente o arco plantar (AP) (CONNORS, WALSH, *et al.*, 2000). Isso porque nas oclusões arteriais severas e multissegmentares, o baixo fluxo sanguíneo distal ou a bomba cardíaca prejudicada pode dificultar sobremaneira a opacificação das artérias de desague, passíveis de revascularização (STONER, CALLIGARO, *et al.*, 2016).

Entre os exames de imagem disponíveis, a ultrassonografia Doppler (UD) tem se tornado o exame de escolha para diagnóstico inicial das obstruções arteriais dos membros inferiores (MMII) (HWANG, 2017). Além de ser um exame de baixo custo, não invasivo, sem exposição à radiação e sem o uso de contraste nefrotóxico; a UD tem a capacidade de avaliar as paredes arteriais e classificá-las quanto à espessura e quantidade de cálcio (HWANG, 2017). Além da avaliação local, pode-se avaliar o leito distal, através da aferição do Índice de Resistência (IR). O IR representa uma razão entre a diferença entre o pico de velocidade sistólica e a velocidade diastólica

final, dividida pelo pico de velocidade sistólica (MORAES FILHO, MIRANDA, *et al.*, 2004). O IR estima como se encontra a resistência vascular periférica (RVP), ou seja, avalia a resistência da artéria em estudo.

Também a doença do AP tem sido mais bem estudada. A prevalência e incidência global crescente de DAP, DM e DRC tem se relacionado com um incremento nos casos de IC dos MMII e, pior, casos mais graves e desafiadores, com doença mais distal (BAE, LEE, *et al.*, 2014; TROISI, TURINI, *et al.*, 2017). Muitos estudos têm descrito casos “mais distais e mais agressivos” em pacientes diabéticos, inclusive, envolvendo vasos do pé e os ramos do AP (TROISI, TURINI, *et al.*, 2017), além de se desenvolverem em pacientes mais jovens (MANZI, CESTER, *et al.*, 2011).

## 1.2 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

É consenso na literatura mundial que a baixa resistência vascular periférica é um dos fatores que possibilitam a manutenção da perviedade da revascularização do membro inferior; quer através de uma cirurgia em ponte, quer de uma ATP (CONTE, BRADBURY, *et al.*, 2019; WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; STONER, CALLIGARO, *et al.*, 2016; GEIGER e GUILLAUMON, 2019; CHAN, CHENG e CHEUNG, 2020; BRODMANN, ZELLER, *et al.*, 2017; ELSHARKAWI, ELSHERIF, *et al.*, 2021; CONNORS, WALSH, *et al.*, 2000; BAE, LEE, *et al.*, 2014). Entretanto, há poucos estudos utilizando a UD para avaliar essa resistência (HOFMANN, WALTER, *et al.*, 2004). Os exames de imagem mais caros e invasivos, como a ASD, a angiotomografia computadorizada (ATC) e angiorressonância nuclear magnética (ARM) algumas vezes não conseguem avaliar adequadamente as artérias distais e escolher o melhor vaso a ser revascularizado; não podendo assim, ser útil em prever o sucesso da cirurgia de revascularização. A ARM ainda possui várias contraindicações: pacientes portadores de DRC, marca-passos, *stents* metálicos intracranianos, cliques, molas e outros dispositivos metálicos (STONER, CALLIGARO, *et al.*, 2016). ATC também utiliza contraste iodado e radiação ionizante, assim como a ASD; e costuma ter limitada a visualização em áreas de severa calcificação, principalmente, no segmento infrapoplíteo, e pode superestimar estenoses (STONER, CALLIGARO, *et al.*, 2016).

No *Global Vascular Guidelines on the Management of Chronic Limb-*

*Threatening Ischemia*, publicado em 2019, por Conte e colaboradores, em suas sugestões para pesquisas futuras, aconselha que estudos sejam priorizados para responder as seguintes questões: “há evidências de que outras medidas, como resistência do leito distal ou escores de leito arterial distal (LAD) são preditivos de resultados clínicos ou cirúrgicos? Como eles se comparam com a complexidade das lesões encontradas pela ASD?” (CONTE, BRADBURY, *et al.*, 2019). Até a presente data, não há na literatura uma classificação do IR, obtido pelo UD, que possa sugerir a qualidade do leito distal a ser revascularizado, quando comparado ao encontrado na ASD (HOFMANN, WALTER, *et al.*, 2004; ROSSI, PUECH-LEÃO, *et al.*, 2006; ROSSI, LEÃO, *et al.*, 2009).

Visto que a IC dos MMII é um problema de saúde pública crescente, com altos custos para o paciente e para o sistema de saúde, é necessário pesquisar exames menos invasivos e de baixo custo que possam ajudar na decisão terapêutica mais adequada para seus portadores. Sugerindo inclusive, qual artéria deve ser revascularizada e mesmo se deve ser tentada a revascularização de um membro para determinado paciente que poderia ter um fluxo distal (na perna ou no pé) inadequado para manter pérvia uma ponte ou uma ATP (CONTE, BRADBURY, *et al.*, 2019; WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; GEIGER e GUILLAUMON, 2019; CHEUN, JAYAKUMAR, *et al.*, 2020; CHAN, CHENG e CHEUNG, 2020; BRODMANN, ZELLER, *et al.*, 2017; CONNORS, WALSH, *et al.*, 2000). Informações como essa pode poupar sofrimento e risco, bem como, reduzir os custos para os sistemas de saúde. Também se sabe que uma oclusão após uma revascularização pode levar a piora dos sintomas, talvez pelo fechamento de colaterais durante o procedimento, seja cirúrgico ou endovascular (WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018). Sendo assim, é necessário investir em estudos de exames diagnósticos que possam predizer sobre a perviedade de uma revascularização, que possa ser colhido pré-operatoriamente.

É possível identificar se um AP é completo ou não e a qualidade do desague do LAD utilizando um exame simples, não-invasivo, sem radiação ionizante e sem utilizar contraste nefrotóxico (questão importante para os pacientes que já possuem função renal debilitada)? Com essa informação, poder-se-ia escolher a melhor estratégia para cicatrização de ferida, perviedade de revascularização e salvamento

de membro (WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; BAE, LEE, *et al.*, 2014). Além de trazer menos morbidade aos pacientes, evitando múltiplas intervenções (WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar o IR obtido pela UD das artérias distais à uma obstrução, com as imagens obtidas pela ASD, na avaliação pré-operatória dos pacientes com IC dos MMII.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o perfil de comorbidades dos portadores de IC dos MMII.
- Avaliar o IR das artérias distais à uma obstrução nos pacientes IC dos MMII
- Classificar as artérias distais à uma obstrução através da ASD, segundo Rutherford, nos pacientes com IC dos MMII.
- Classificar os tipos de AP, segundo o *Global Limb Anatomic Staging System (GLASS)*.
- Comparar o IR das artérias da perna distais à uma obstrução ao tipo de AP encontrado.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 DOENÇA ARTERIAL PERIFÉRICA DOS MEMBROS INFERIORES

A doença aterosclerótica é atualmente a maior causa de morbimortalidade no mundo. Com o aumento da expectativa de vida, sua prevalência e complexidade aumentaram, passando a ser um desafio médico e socioeconômico mundial (WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; GEIGER e GUILLAUMON, 2019; CONNORS, WALSH, *et al.*, 2000; TANNO, GATATE, *et al.*, 2016). A IC dos MMII, estágio mais avançado da DAP, que corresponde às categorias 4, 5 e 6 da classificação de Rutherford (**tabela 1**), é um constante desafio para o cirurgião vascular e endovascular (WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; GEIGER e GUILLAUMON, 2019; CONNORS, WALSH, *et al.*, 2000; TANNO, GATATE, *et al.*, 2016). A necessidade de fornecer uma rota que leve fluxo pulsátil ao pé e melhore a hemodinâmica distal nem sempre é fácil e tem se tornado cada vez mais difícil com o aumento da prevalência da DM e da insuficiência renal crônica (DRC) que acometem principalmente as artérias musculares infrageniculares e leva à intensa calcificação dessas (WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; ELSHARKAWI, ELSHERIF, *et al.*, 2021; CONNORS, WALSH, *et al.*, 2000; BAE, LEE, *et al.*, 2014; JANSSEN e SILFHOUT, 2020). Estudos preveem que, apesar das tecnologias para as cirurgias de salvamento de membro melhorarem a cada dia, o número de pacientes que necessitarão de uma amputação de membro inferior deve dobrar até o ano de 2050 (ROIJERS, RAKKÉ, *et al.*, 2020; JANSSEN e SILFHOUT, 2020; RUSSU, MURESAN, *et al.*, 2022).

Fatores de risco, como HAS, estados de resistência a insulina, DM, tabagismo, dislipidemia, obesidade, hiper-homocisteinemia, algumas infecções, (incluindo a infecção pelo vírus SARS-CoV-2) ou a combinação e associação de fatores não convencionais, como o estresse mental (SARA, TOYA, *et al.*, 2022), estão relacionados à injúria e disfunção endotelial, conseqüentemente, a uma maior incidência de doença aterosclerótica (BULDAK, 2022; BAHIA, AGUIAR, *et al.*, 2006; ROSS, 1989). O termo disfunção endotelial se refere a perda da capacidade do endotélio em promover a vasodilatação, impedir agregação plaquetária e desregulação da interação com células sanguíneas, levando a um processo

inflamatório na parede do vaso e formação de placa de ateroma que pode evoluir com posterior trombose e oclusão total do vaso (BAHIA, AGUIAR, *et al.*, 2006).

**Tabela 1** – Categorias clínicas da isquemia crítica de membros inferiores (RUTHERFORD, BAKER, *et al.*, 1997).

Grau	Categoria	Descrição clínica
0	0	Assintomático (sem doença oclusiva hemodinamicamente significativa)
	1	Claudicação leve
I	2	Claudicação moderada
	3	Claudicação severa
II	4	Dor em repouso
III	5	Perda de tecido menor ( <i>úlceras que não cicatriza, gangrena focal com isquemia difusa do pé</i> )
	6	Perda de tecido maior ( <i>extensão acima do nível metatarsal, pé funcional não mais salvável</i> )

Fonte: RUTHERFORD, BAKER, ET AL., 1997.

O fluxo sanguíneo através de suas forças de cisalhamento estimula a produção e liberação de óxido nítrico (NO) pelo endotélio, um potente vasodilatador. Além do NO, as células endoteliais produzem outras substâncias vasodilatadoras: fator de hiperpolarização derivado do endotélio, prostaciclina, cininas, fatores antioxidantes, heparanas, peptídeo natriurético, ativador do plasminogênio tecidual e trombosmodulinas; e também substâncias vasoconstritoras: angiotensina II e endotelina. Quando a função endotelial está normal, há uma tendência à vasodilatação. O endotélio mantém também as células musculares lisas vasculares com baixo poder de proliferação e migração, com o intuito de manter a morfologia normal da parede arterial (BAHIA, AGUIAR, *et al.*, 2006; ROSS, 1989).

Entre os vários fatores de risco podem alterar a função endotelial está a insulina que, com concentrações normais, atua como um vasodilatador e estimula a produção de NO pelo endotélio. Na resistência à insulina e, conseqüentemente, a elevação da sua concentração plasmática, ocorre uma desregulação do equilíbrio da função endotelial, com a estimulação da via da MAP-quinase que atua como um fator

de crescimento celular e estimula a habilidade de células endoteliais, monócitos e células musculares lisas em migrarem (BAHIA, AGUIAR, *et al.*, 2006).

A etapa inicial da aterosclerose é o recrutamento de monócitos e linfócitos T para a parede do vaso. Essa migração só está aumentada em presença de citocinas inflamatórias ou outras moléculas inflamatórias: lipopolissacarídeos oxidados de bactérias Gram negativas e colesterol de baixo peso molecular (LDL) oxidado. Assim, os monócitos e linfócitos T aderem, são ativados e migram para a parede do vaso. Os macrófagos teciduais expressam receptores para LDL oxidado, fagocitando-os e se tornando células espumosas. Essas últimas estimulam mais ainda a liberação de fatores inflamatórios pelo endotélio, adesão leucocitária, fator estimulante de colônias e inibição da produção de NO. Os linfócitos T liberam citocinas inflamatórias como  $\gamma$ -interferon e fator de necrose tumoral beta que estimulam macrófagos, células endoteliais e células musculares lisas; ativação e agregação plaquetária (RUSSU, MURESAN, *et al.*, 2022; ROSS, 1989).

Esse processo inflamatório retroalimentado dá origem a uma densa matriz extracelular que é a placa de ateroma. O mesmo processo pode ser responsável pela ruptura da placa aterosclerótica, causando trombooses agudas. Os macrófagos ativados secretam enzimas proteolíticas capazes de degradar o colágeno que cobre a placa de ateroma, tornando-a fina, fraca e susceptível à ruptura, expondo o seu núcleo lipídico, altamente trombogênico (BAHIA, AGUIAR, *et al.*, 2006; ROSS, 1989; SOMMERSET, TESO, *et al.*, 2019).

O processo inflamatório crônico provoca a deposição de cálcio. Essa deposição de cálcio ocorre em maior intensidade nas artérias infrageniculares de pacientes com DM e DRC, notadamente os pacientes com DRC terminal, estágio 5 (WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; SOMMERSET, TESO, *et al.*, 2019). Então, nesses pacientes, acontece um acometimento maior, mais extenso e multissegmentar, além de maior calcificação dos vasos (CONNORS, WALSH, *et al.*, 2000; HWANG, 2017). Essa situação torna a revascularização dos membros isquêmicos ainda mais desafiadora, sendo extremamente necessária a análise criteriosa das artérias do pé (WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; CONNORS, WALSH, *et al.*, 2000; HOFMANN, WALTER, *et al.*, 2004).

### 3.2 AVALIAÇÃO PRÉ-OPERATÓRIA COMPLEMENTAR DAS ARTÉRIAS DISTAIS À UMA OBSTRUÇÃO NOS MEMBROS INFERIORES

Para que o tratamento do membro criticamente isquêmico seja instituído, é necessário o estudo minucioso de toda a sua circulação arterial. O estudo não-invasivo do membro acometido por IC é um dos pilares do diagnóstico e, algumas vezes, o único estudo necessário para guiar o tratamento do membro gravemente isquêmico (TESO, SOMMERSET, *et al.*, 2020). O índice tornozelo-braço (ITB) deve ser realizado em todos os pacientes com intenção de diagnosticar e classificar uma isquemia de membro, podendo ser realizado também com a UD (TANNO, GATATE, *et al.*, 2016). A UD faz uma avaliação direta das artérias, das placas e analisa as ondas Doppler em áreas de estenose e pós-estenoses (HWANG, 2017). É um bom exame para diagnóstico e acompanhamento pós-tratamento (HWANG, 2017).

Todavia, os exames não invasivos possuem várias limitações: o ITB pode ser falsamente alto nos pacientes com grande quantidade calcificação das paredes arteriais (diabéticos, paciente portadores de DRC ou muito idosos); o ITB pode estar normal em repouso mesmo com lesões importantes no território ilíaco, caso haja colaterais bem desenvolvidas (TANNO, GATATE, *et al.*, 2016); exames não invasivos são impossíveis de serem realizados em áreas de grandes ferimentos e grandes perdas teciduais (TESO, SOMMERSET, *et al.*, 2020); dependem também da capacidade do paciente suportar a análise minuciosa de um segmento isquêmico (SOMMERSET, TESO, *et al.*, 2019); a grande quantidade de cálcio impede de se identificar fluxo ao Doppler; além do que o UD é um exame examinador dependente (HWANG, 2017; MORAES FILHO, MIRANDA, *et al.*, 2004).

Já os exames invasivos têm a vantagem, como a ATC, de poderem oferecer melhores imagens de placas e oclusões, avaliar mais adequadamente as artérias ilíacas, ser bastante rápida e menos operador dependente (HWANG, 2017). A ARM tem bastante acurácia para avalia composição de placas, mas costuma superestimar uma estenose, é mais demorada e possui um custo mais alto (STONER, CALLIGARO, *et al.*, 2016).

A ASD é um método invasivo, que utiliza contraste iodado, radiação ionizante, porém, que continua até os dias atuais sendo o padrão-ouro para o diagnóstico das

doenças da árvore arterial (CONTE, BRADBURY, *et al.*, 2019; LEE, ZHUO, *et al.*, 2019; HWANG, 2017). Entretanto, imagens das artérias do pé com métodos que usam meio de contraste (ASD, ATC, ARM), pode apresentar um número aumentado de falsos-negativo em pacientes com doença grave proximal (*inflow*), se o agente de contraste falha em chegar aos vasos mais distais pelo baixo e lentificado fluxo, reduzindo assim a sensibilidade desse exame (LEE, ZHUO, *et al.*, 2019; CONNORS, WALSH, *et al.*, 2000; BAE, LEE, *et al.*, 2014; HOFMANN, WALTER, *et al.*, 2004).

Por conseguinte, a UD vem despontando como uma técnica não-invasiva e que ainda pode responder algumas questões que mesmo a ASD falha em afirmar. A UD possibilita uma avaliação qualitativa e quantitativa do fluxo sanguíneo para o membro isquêmico, diretamente e indiretamente (HWANG, 2017; MORAES FILHO, MIRANDA, *et al.*, 2004; KIM, SHARMA, *et al.*, 2020). Atualmente, apesar da UD estar se firmando como o único exame necessário para o planejamento pré-operatório de revascularização de membro, seu poder em predizer a qualidade do desague arterial pós-oclusão nunca foi adequadamente estudado e publicado (HWANG, 2017; HOFMANN, WALTER, *et al.*, 2004; ROSSI, PUECH-LEÃO, *et al.*, 2006).

O desenvolvimento da técnica, originalmente descrita em 1959 e aplicada clinicamente em 1967, envolve o uso da UD transcutâneo com as medidas das velocidades de fluxo sanguíneo, análise de morfologia de onda, volume de fluxo, IR e índice de pulsatilidade (IP) (CLIFFORD, SKIDMORE, *et al.*, 2009). Desde os anos 80, a UD foi se consolidando como um instrumento valioso no diagnóstico não-invasivo para avaliar a doença arterial periférica. Entretanto, há grande variabilidade inter-observador, principalmente, quando se trata das artérias muito distais (CONNORS, WALSH, *et al.*, 2000; HOFMANN, WALTER, *et al.*, 2004). O desenvolvimento de transdutores de maior frequência (10-13 MHz) possibilitou uma melhor resolução de áreas mais periféricas e superficiais da vascularização. Além de que, não se pode esquecer de que a DRC é comum também entre os pacientes diabéticos e se deve dar preferência a métodos que não prejudiquem ainda mais a função renal (HOFMANN, WALTER, *et al.*, 2004).

Parâmetros como velocidade de pico sistólico (VPS), velocidade diastólica final (VDF), tempo de aceleração, IR, IP e análise espectral são utilizados para avaliação

do fluxo para o membro isquêmico (MORAES FILHO, MIRANDA, *et al.*, 2004). As amplitudes das ondas de velocidades de fluxo são dependentes do ângulo de insonação, da força de contração ventricular e da volemia do paciente (KIM, SHARMA, *et al.*, 2020). Como depende do ângulo de insonação, o VPS, a VDF e a forma da onda espectral sofrem muita interferência inter-observador. Até o desenvolvimento de uma técnica ou índice de quantificação independente de ângulo e menos operador dependente, nenhuma comparação adequada entre pacientes e seus leitos isquêmicos será possível (CLIFFORD, SKIDMORE, *et al.*, 2009).

Descrito por Pourcelot, em 1974, o IR é representado por uma relação entre a diferença do pico sistólico e a velocidade diastólica final, dividida pelo pico sistólico –  $(VPS-VDF)/VPS$  (HWANG, 2017; MORAES FILHO, MIRANDA, *et al.*, 2004). O IR pode ser medido distalmente às lesões obstrutivas, nas artérias candidatas a receberem um enxerto ou o desague de uma angioplastia. Esse índice numérico descreve a resistência periférica ao fluxo e é **independente** ao ângulo de insonação (CLIFFORD, SKIDMORE, *et al.*, 2009). Conclui-se que o IR é menos dependente das variações do débito cardíaco, menos variável entre observadores e podendo ser um número (índice) mais objetivo para avaliar um desague (MORAES FILHO, MIRANDA, *et al.*, 2004) que sempre foi avaliado subjetivamente, pela interpretação das imagens, nem sempre obtidas adequadamente, pela ASD.

### 3.3 A RESISTÊNCIA VASCULAR PERIFÉRICA NA ISQUEMIA CRÍTICA DOS MEMBROS INFERIORES

Quando ocorre uma estenose severa ou oclusão de um segmento arterial, o leito distal a esse segmento se torna isquêmico. Para tentar compensar a falta de fluxo sanguíneo e aumentá-lo para a extremidade isquêmica, ocorre uma intensa vasodilatação local, que leva a queda da RVP. Substâncias mioreguladoras vasodilatadoras (nervosas autônomas, hormonais, sistêmicas, humorais, teciduais, endoteliais), cuja liberação é controlada pelos sistemas neurológico, endócrino, hormonais e metabólicos; vasodilatam as arteríolas (CRIMI, NAPOLI e IGNARRO, 2007; BACK, SAKATA, *et al.*, 2007; ELLIS, JAGGER e SHARPER, 2005; UIL, KLIJN, *et al.*, 2008; COSBY, PARTOVI, *et al.*, 2003). Sabe-se que o diâmetro do vaso influi

no fluxo vascular de forma inversamente proporcional à quarta potência do seu raio. Por conseguinte, um pequeno aumento do raio do vaso, leva a um grande aumento no fluxo e vice-versa.

Também é necessário saber que a resistência ao escoamento do fluxo é maior em tubo rígido do que em tubo distensível. A esclerose da parede arterial e as irregularidades da íntima tornam o vaso mais rígido e com isso, com maior resistência, mesmo na ausência de estenoses (HOFMANN, WALTER, *et al.*, 2004; CLIFFORD, SKIDMORE, *et al.*, 2009; MANZI, CESTER, *et al.*, 2011; TROISI, TURINI, *et al.*, 2017).

Acredita-se, adicionalmente, que a turbulência causada pela perda das forças de cisalhamento, por vasos tortuosos e doentes com placas de ateromas, faça com que o endotélio passe a receber uma pressão maior do sangue turbulento. Como resultado, o endotélio recebe jatos de elementos plasmáticos diretamente contra a parede vascular. Isto seria estímulo para o endotélio liberar mais NO, que levaria a uma expansão compensatória dos vasos ao redor (liberando os esfíncteres pré-capilares), aliviando a isquemia (COSBY, PARTOVI, *et al.*, 2003; GOUVERNEUR, VAN DEN BERG, *et al.*, 2006).

Outro fator que também pode influir na maior ou menor gravidade dos sintomas é a existência de oclusões em mais de um nível. Assim, quando o paciente apresenta sintomas importantes, trata-se, quase certamente, de pelo menos duas oclusões em sequência estejam presentes (CONTE, BRADBURY, *et al.*, 2019; STONER, CALLIGARO, *et al.*, 2016; TROISI, TURINI, *et al.*, 2017; SMOLOCK, ANAYA-AYALA, *et al.*, 2013). Já está claro que, mesmo sendo múltiplos os vasos de circulação colateral, eles sempre oferecerão à passagem do sangue um grau de resistência muito maior do que aquela oferecida pela artéria troncular e, por essa razão, por mais que a circulação colateral se desenvolva, ela nunca poderá carrear aos tecidos distais o mesmo volume de sangue que fluía pelo vaso troncular (CRIMI, NAPOLI e IGNARRO, 2007; ELLIS, JAGGER e SHARPER, 2005; UIL, KLIJN, *et al.*, 2008). Essa resistência aumentada nas colaterais se deve aos vasos serem muito finos e tortuosos (BAE, LEE, *et al.*, 2014). O fluxo só flui pelas colaterais porque os vasos tronculares estão ocluídos – ultrapassando a resistência das colaterais.

As arteríolas são os vasos de resistência do organismo e responsáveis por controlar a pressão arterial sistêmica (PAS) e a RVP através da tensão e contratilidade da parede arterial. A camada média possui células de musculatura lisa, proporcionalmente, mais espessas que a das artérias elásticas, como a aorta e seus ramos primários (UIL, KLIJN, *et al.*, 2008; GOUVERNEUR, VAN DEN BERG, *et al.*, 2006). A vasodilatação arteriolar permite que, o maior volume de fluxo arterial possível, chegue ao leito distal isquêmico, através das colaterais. Portanto, para que o fluxo sanguíneo flua por esses espaços, há a necessidade de reduzir bastante a resistência do desague distal a eles.

Há ainda o mecanismo de controle local do fluxo de sangue que varia de acordo com as necessidades metabólicas dos diferentes tecidos e pode ser a longo ou curto prazo (ELLIS, JAGGER e SHARPER, 2005; UIL, KLIJN, *et al.*, 2008). Um aumento do metabolismo de um órgão, quando há um aumento do consumo de oxigênio e da produção de gás carbônico, há uma necessidade maior de aporte de oxigênio. Nesse caso, as arteríolas dilatam para melhorar a oxigenação tecidual, semelhante aos casos de isquemia associadas à lesão tecidual (CRIMI, NAPOLI e IGNARRO, 2007). Diversas substâncias foram sugeridas como mediadores da regulação do fluxo de sangue pela sua relação com o metabolismo tecidual: a baixa pressão parcial de oxigênio no sangue venoso, ácido láctico, dióxido de carbono, histamina, potássio, bradicinina e adenosina, entre outras (BAHIA, AGUIAR, *et al.*, 2006; BACK, SAKATA, *et al.*, 2007).

Entendendo toda a fisiopatogenia da isquemia e da importância da RVP, é consenso na literatura mundial que um bom desague é um dos fatores mais importantes para se manter uma revascularização pérvia (CONTE, BRADBURY, *et al.*, 2019; ROIJERS, RAKKÉ, *et al.*, 2020; WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; CHEUN, JAYAKUMAR, *et al.*, 2020; ELSHARKAWI, ELSHERIF, *et al.*, 2021; BAE, LEE, *et al.*, 2014; ROSSI, PUECH-LEÃO, *et al.*, 2006; DAVIES, SAAD, *et al.*, 2008; KAWARADA, FUJIHARA, *et al.*, 2012)

O IR, como o próprio nome sugere, quantifica a RVP de uma artéria. Nas situações em que os troncos arteriais não possuem estenoses importantes e em condições de repouso, o IR costuma ser de 1,0, ou seja, ausência de fluxo diastólico,

normalmente encontrado em artérias que nutrem a musculatura estriada (KIM, SHARMA, *et al.*, 2020; LANÉELLE, HOFFMANN, *et al.*, 2021). Ou seja, o fluxo multifásico ou o antigo fluxo trifásico. Nos casos em que ocorrem estenoses importantes ou oclusões na árvore arterial, o leito distal a este ponto tende a estar totalmente vasodilatado para tentar compensar a redução do fluxo (KIM, SHARMA, *et al.*, 2020; LANÉELLE, HOFFMANN, *et al.*, 2021). Algo parecido acontece durante o exercício físico, quando a necessidade metabólica maior do tecido faz com que a resistência vascular periférica também caia. Mas, como não há estenoses importantes, nem oclusões proximais, o tempo de aceleração não se modifica neste caso. Já nos troncos gravemente acometidos pela DAP, o tempo de aceleração encontra-se alargado (KIM, SHARMA, *et al.*, 2020). Já há trabalhos estudando o tempo de aceleração na literatura, inclusive, indicando que tempo de aceleração maior do que 70 ou 100 milissegundos é indicativo de estenoses importantes (maiores do que 75%) ou oclusões no segmento *a montante* ao local estudado (SOMMERSET, TESO, *et al.*, 2019; TESO, SOMMERSET, *et al.*, 2020).

Quando se estuda o IR, não há trabalhos na literatura que indiquem o quanto se espera de redução da RVP nos leitos isquêmicos e como essa redução seria refletida por esse índice de tão fácil obtenção. No caso das artérias candidatas a receber uma revascularização, esse índice mede a resistência que, finalmente, indica a qualidade do desague das artérias (fluxo *a jusante*). Adicionalmente, sabe-se que um arco plantar (AP) completo (todas as artérias do pé aberta) apresenta uma resistência menor ao fluxo distal (lembrando que artéria tronculares possuem menor resistência do que ramos colaterais) e, com isso, é um fator importante para aumentar a perviedade de uma revascularização, cicatrização de ferida e distribuição de sangue para todas as estruturas do pé (HOFMANN, WALTER, *et al.*, 2004; ROSSI, PUECHLEÃO, *et al.*, 2006; ROSSI, LEÃO, *et al.*, 2009; MANZI, CESTER, *et al.*, 2011; DAVIES, SAAD, *et al.*, 2008). Um LAD pobre pode estar ainda associado uma alta taxa de reestenose pós-ATP (WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi realizado no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (HC/EBSERH-UFPE), no setor de Ecografia Vascular e na Unidade de Radiologia Intervencionista.

### 4.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Foram incluídos no estudo todos os pacientes internados na enfermaria de Cirurgia Vascular do HC/EBSERH-UFPE, portadores de IC dos MMII (categoria 4, 5 e 6 de Rutherford) (RUTHERFORD, BAKER, *et al.*, 1997) e que seriam submetidos à UD e ASD das artérias dos membros doentes, para avaliação pré-operatória de uma cirurgia de revascularização.

Todos os pacientes foram submetidos à avaliação clínica, com coleta da história clínica, interrogatório sobre fatores de risco, realização de exame físico, palpação de pulsos. Em seguida, os pacientes foram submetidos à UD e, posteriormente, à ASD das artérias dos MMII.

### 4.3 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Foram excluídos do estudo os pacientes em que a ASD não contrastou o AP (três pacientes), pois, sem o AP não era possível classificar o LAD.

### 4.4 PERÍODO DO ESTUDO

O estudo ocorreu no período de agosto de 2019 a abril de 2022.

### 4.5 DESENHO DO ESTUDO

Estudo transversal observacional, com coleta de dados prospectiva.

#### 4.6 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Foram avaliados 120 MMII de 120 pacientes.

Cada voluntário, após concordar com a pesquisa, assinou termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (**APÊNDICE B**), e foi submetido à coleta de dados clínicos, sócio-demográficos e exame físico. Os dados socio-demográficos avaliados foram: idade, sexo, comorbidades, existência ou não de amputações prévias, mecanismo da lesão do membro isquêmico, tipo de lesão. Após a consulta admissional, os pacientes foram classificados segundo a classificação clínica da DAP de Rutherford (**tabela 1**). Durante a coleta dessas informações, foi preenchido um instrumento de coleta de dados para cada paciente (**APÊNDICE A**).

As avaliações ultrassonográficas dos sistemas arteriais dos MMII foram realizadas com a máquina de ultrassonografia da marca GE, modelo **Logic S7**, sendo utilizado o *preset* para artérias dos membros inferiores. Quando os pacientes não podiam se locomover, utilizava-se à beira do leito a máquina de ultrassonografia portátil da marca GE, modelo **Logiq e**, com o mesmo *preset* arterial.

Para a realização do UD, foram observados os seguintes princípios, segundo Hwang, 2017 (HWANG, 2017):

**Posição do paciente** – o paciente era posicionado usualmente em decúbito dorsal. Pedía-se uma discreta abdução e rotação lateral do quadril do paciente, com discreta flexão do joelho para melhor avaliar as artérias femorais, poplítea, TP e FIB. A TA e DP eram mais bem avaliadas em posição supina. A artéria FIB pôde ser melhor avaliada em decúbito ventral em algumas situações em que o paciente podia assumi-la.

**Transdutor** – habitualmente, um transdutor linear, com frequência de 9 MHz era suficiente para realizar todo o exame arterial do membro inferior. Entretanto, em pacientes obesos ou em artérias mais profundas, um transdutor convexo com frequências variando entre 1 e 5 MHz pôde ser utilizado para avaliar a transição fêmoro-poplítea e as artérias TA, TP e FIB no terço proximal da perna. O transdutor era colocado sobre cada artéria para escaneamento em posição transversa e, depois, realizada a rotação em 90° para longitudinal e se seguia novamente com o

escaneamento arterial, com o cuidado para manter a artéria em plano o máximo possível.

**Parâmetros, ajustes e otimização do UD** – para o modo B, foi utilizado o ganho suficiente para distinguir estruturas extravasculares e o lúmen vascular. Utilizava-se uma profundidade suficiente para avaliar as estruturas vasculares em questão, preenchendo até a metade da tela do monitor. Para o Doppler colorido, a caixa de cor era ajustada para a artéria em estudo, para que se pudesse analisar o máximo do lúmen arterial, sem utilizar caixas muito grandes ou profundas, o que afeta a resolução e qualidade da imagem colorida. A caixa de cor era, ainda, inclinada usando o botão *steer* de acordo com o eixo arterial, durante o estudo longitudinal. O ganho de cor era aumentado até que todo o vaso fosse completamente preenchido por cor, mas sem haver “vazamento” da cor para os tecidos. A escala de velocidade ou frequência de repetição de pulsos (FRP) também era ajustada para que todo o vaso fosse preenchido com cor, sem artefatos de *aliasing* e com cor homogênea. Assinalando-se que a velocidade de fluxo das artérias pós-oclusões tende a ser muito baixas, sendo necessário baixar o FRP para detectá-las.

Para registro do Doppler espectral, o volume de amostra deve compreender entre um terço e a metade do diâmetro da artéria. O ângulo do volume da amostra sempre era colocado acompanhando as paredes do vaso estudado e entre 40° e 60° - ângulo Doppler – que formado entre a linha Doppler e o eixo do vaso. A escala de velocidade deve permitir que a onda de fluxo arterial preencha dois terços da escala de velocidade. Se o FRP estiver muito baixo, pode-se perder as velocidades mais altas (velocidade de pico sistólico - VPS) e se estiver muito alto, pode ser difícil analisar velocidades muito baixas (velocidade diastólica fina – VDF).

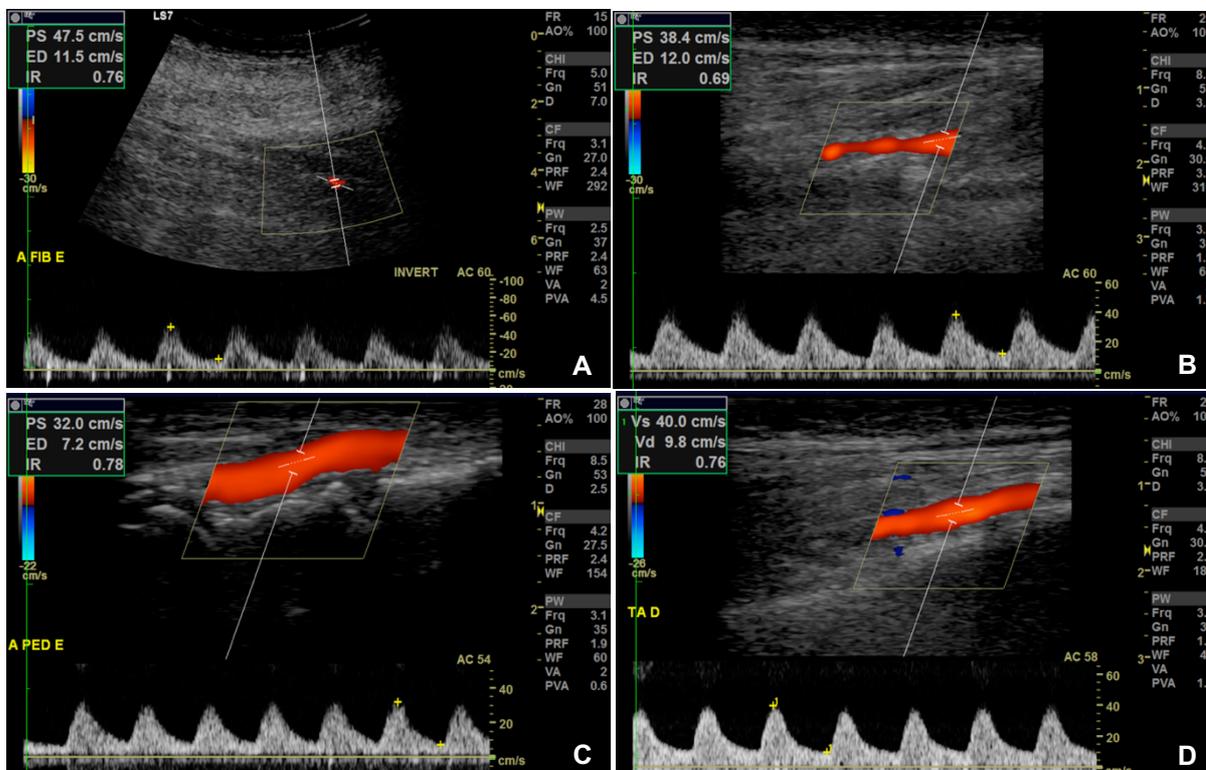
O filtro de parede deve eliminar ruídos de tecidos, retirando as frequências muito baixas. Entretanto, muito cuidado se teve para evitar retirar as velocidades muito baixas dos vasos pós-estenóticos, o que poderia falsear a interpretação de uma onda de velocidade, inclusive, alterando o IR colhido. O ganho no Doppler espectral deve ser o necessário para que se possa avaliar todos os componentes da onda, sem que se tenha “ruído” fora do espectro (SOMMERSET, TESO, *et al.*, 2019). Quando se tem boas ondas representadas, congela-se a imagem e o aparelho registra,

automaticamente, a VPS, a VDF e o IR (**figura 1**). Se a máquina registrar algum erro desses parâmetros, pode-se ajustar manualmente.

Durante a UD, cada artéria infrainguinal, possível de ser escolhida como sítio receptor de enxerto ou ATP, foi avaliada em relação a: perviedade X oclusão, estenoses, calcificações, morfologia de onda de velocidade; aferição da velocidade de pico sistólica (VPS), da velocidade diastólica final (VDF) e do índice de resistência (IR). Todas as ondas coletadas nas artérias distais a obstruções eram do tipo monofásica (KIM, SHARMA, *et al.*, 2020; LANÉELLE, HOFFMANN, *et al.*, 2021). O local dos IR coletados correspondiam ao local onde a artéria distal receptora apresentava um melhor lúmen ou o mais distalmente possível. Os valores de IR coletados poderiam variar entre 0 e 1,0, sendo 0 correspondente a uma onda de fluxo contínua e 1,0, a uma onda de alta resistência, sem fluxo diastólico (pior desague) (LANÉELLE, HOFFMANN, *et al.*, 2021).

A **figura 1** mostra um exemplo de paciente que apresentava oclusão segmentar da artéria femoral, no terço proximal da coxa, e oclusão segmentar da artéria TA, com recanalização por colaterais do terço distal das artérias TA e DP. Foi coletado o IR da artéria DP, como possível sítio de revascularização para o pé, que a máquina já calcula automaticamente.

**Figura 1** – Imagens de ultrassonografia Doppler, exemplificando o cálculo do índice de resistência: **A** – artéria fibular esquerda; **B** – Artéria tibial posterior direita; **C** – artéria dorsal do pé esquerda; **D** – artéria tibial anterior direita.



Fonte: a autora, 2022.

Para as avaliações através da arteriografia, foi utilizada a suíte de hemodinâmica do HC/EBSERH-UFPE, equipada com a máquina da marca *Simmens*, modelo **Artis Zee** ou o arco cirúrgico da marca GE, modelo **OEC 9800 Plus**, no Bloco Cirúrgico. As artérias distais foram classificadas pela classificação do leito distal de Rutherford (**tabela 2.1 e 2.2**) (RUTHERFORD, BAKER, *et al.*, 1997).

**Tabela 2.1** – Ponderação do desague arterial (total de três unidades) – **local** (RUTHERFORD, BAKER, *et al.*, 1997).

<b>Sítio da anastomose distal (artéria)</b>	<b>Número de unidades atribuídas</b>		
	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Íliaca comum		Íliaca externa	Íliaca interna
Íliaca externa	Femoral comum	Femoral	Profunda
Femoral comum		Femoral	Profunda
Poplítea acima do joelho	Poplítea distal		Tibial anterior
Poplítea abaixo do joelho			Tibial posterior
			FIB
Tibial anterior		Tibial distal	Arco plantar
Tibial posterior		Tibial distal	Arco plantar
FIB		Desague pedal	Colaterais para as
DP/inframaleolar			artérias tibiais

Fonte: RUTHERFORD, BAKER, ET AL., 1997.

**Tabela 2.2** – Ponderação do desague arterial (total de três unidades) – **oclusão** (RUTHERFORD, BAKER, *et al.*, 1997).

<b>Grau de oclusão</b>	<b>Número de pontos atribuídas por unidade</b>				
	<b>3</b>	<b>2,5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>Vasos de maior desague</b>	Ocluído em todo o comprimento	Ocluída por menos de ½ da extensão; colaterais visíveis	Maior estenose entre 50% e 99%	Maior estenose entre 20% e 49%	Maior estenose menor do que 20%
<b>Desague podal</b>	Sem artéria podal patente	Parcialmente pérvio ou totalmente pérvio depois de uma lesão suboclusiva	Continuidade com vaso patente, mas arco incompleto	Um ou mais estenoses suboclusivas	Desague plantar totalmente patente (estenose <20%)

Fonte: RUTHERFORD, BAKER, ET AL., 1997.

O valor atribuído a cada artéria foi a ponderação entre o local da possível anastomose (local onde a artéria estava pérvia) multiplicado pelo aspecto dessa mesma artéria *a jusante*. Somava-se a isso a ponderação do desague podal (AP). Por exemplo, considerando a TA utilizada para anastomose no seu terço distal (valor = 2),

pérvia até o seu desague no pé, sem estenose maior do que 20% (valor = 0). No desague podal – continuidade com vaso patente, a artéria DP (valor = 1), mas AP incompleto (valor = 2).

A pontuação calculada foi a seguinte:

$$TA = 2 \times 0 + 1 \times 2 + 1 = 3.$$

Todas as equações receberam a soma de uma unidade no fim para que os resultados fossem sempre maiores do que zero. A pontuação do desague encontrado para as artérias TA, TP e FIB, variaram entre 10 e 1, sendo o valor mais alto correspondendo ao pior desague. Para a artéria DP, essa pontuação variou entre 7 e 1 (RUTHERFORD, BAKER, *et al.*, 1997).

Por último, o AP foi classificado como: completo, incompleto, e ausência de AP, com a presença apenas de ramos colaterais, como proposto pelo *Global Limb Anatomic Staging System (GLASS)* e descrito na tabela 3 (CONTE, BRADBURY, *et al.*, 2019). Um AP foi considerado completo quando um ramo da artéria DP se conectava com um ramo das artérias plantares, através de artérias metatarsais dorsal e plantar (SOMMERSET, TESO, *et al.*, 2019; TESO, SOMMERSET, *et al.*, 2020). Já o AP incompleto foi descrito quando uma das artérias tronculares do pé estavam ausentes, seja a artéria dorsal do pé **ou** as artérias plantares, ou seja, o fluxo sanguíneo não completava o arco entre as a circulação anterior com a posterior. **Ou**, ainda, quando estavam presentes artérias plantares e artéria DP mas elas não se conectavam.

**Tabela 3** – Descritor de desague inframaleolar/pedal do *Global Limb Anatomic Staging System (GLASS)*.

<b>Descritor inframaleolar/pedal</b>	
<b>P0</b>	Artéria alvo da revascularização atravessa o tornozelo e há arco completo
<b>P1</b>	Artéria alvo da revascularização atravessa o tornozelo e há arco incompleto ou ausente
<b>P2</b>	Não há artéria troncular que chegue ao pé

Fonte: CONTE, BRADBURY, *et al.*, 2019.

#### 4.7 METODOLOGIA ESTATÍSTICA

Para análise dos resultados, foi utilizado o software **SPSS 13.0** (*Statistical Package for the Social Sciences*) para Windows e o Excel 2010. Todos os testes foram aplicados com o intervalo de 95% de confiança. Os testes foram aplicados e os resultados calculados levando em consideração respostas válidas, ou seja, não foram contabilizadas as respostas ignoradas.

As variáveis numéricas foram representadas pelas medidas de tendência central e medidas de dispersão.

O Teste de Normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* foi utilizado para variáveis quantitativas.

Para análise de correlação entre os grupos de IR e classificação de Rutherford, foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Spearman's, já que as variáveis apresentaram uma distribuição não-normal.

A comparação entre o IR encontrado nas artérias TA, TP, FIB e DP e os tipos de AP encontrados (completo e incompleto) foi realizada com o Teste *t Student* (pois possuem distribuição normal).

Os resultados estão apresentados em forma de tabela com suas respectivas frequências absoluta e relativa.

#### 4.8 APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco, sob o registro: 3.471.560 – Parecer consubstanciado da Comitê de Ética em Pesquisa (**ANEXO A**). Seguindo a resolução número 466, de 12 de dezembro de 2012 (BRASIL, 2012), a coleta dos dados obedeceu às exigências da assinatura de um termo de compromisso do pesquisador, como também, da assinatura voluntária dos pacientes do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (**apêndice 1**). Previamente ao início do projeto, foi solicitada a concordância com a realização desta pesquisa pelos Serviços de Cirurgia Vascular, Ecografia Vascular e Radiologia Intervencionista do HC-UFPE, onde foi realizada a pesquisa.

## 5 RESULTADOS

Foram avaliados 120 MMII em 120 pacientes com idade variando entre 32 e 96 anos (média 68,6 anos  $\pm$  10,3 anos).

A amostra foi composta de 60 (50,0%) de pacientes do sexo masculino.

Entre as comorbidades analisadas, HAS estava presente em 108 pacientes (90,0%); DM em 92 pacientes (76,7%); tabagismo em 61 pacientes (50,8%). Apenas 6,7% dos pacientes encontravam-se com DRC em estágio 5, com necessidade de hemodiálise (HD).

Na amostra, 108 (90,0%) pacientes encontravam-se na classe 5 de Rutherford (**tabela 4**); no quesito amputação prévia, apenas 21 (17,5%) apresentavam algum tipo de amputação prévia; as lesões encontradas nas extremidades foram classificadas como espontâneas em 100 pacientes (83,4%). A **tabela 4** apresenta a caracterização da amostra estudada.

**Tabela 4** – Caracterização da amostra de 120 pacientes.

<b>Características</b>	<b>Valor</b>
<b>Fatores demográficos</b>	
Gênero masculino	60 (50,0%)
Idade	68,6 ± 10,3
<b>Fatores de risco</b>	
HAS	108 (90,0%)
DM	92 (76,7%)
Tabagismo	61 (50,8%)
DRC HD	8 (6,7%)
<b>Classificação de Rutherford (DAP)</b>	
3	1 (0,8%)
4	3 (2,5%)
5	108 (90,0%)
6	8 (6,7%)
<b>Amputação Prévia</b>	21 (17,5%)
<b>Tipo de Lesão</b>	
Espontânea	97 (80,8%)
Traumática	19 (15,8%)

HAS = hipertensão arterial sistêmica; DM = *diabetes mellitus*;

DRC = insuficiência renal crônica; HD = hemodiálise;

DAP = doença arterial periférica

Fonte: A autora, 2022.

A análise das artérias distais através da ASD, foi realizada por um único observador. Estas foram classificadas de acordo com a classificação de Rutherford, para que uma análise qualitativa (imagem arteriográfica) pudesse ser transformada numa variável quantitativa. A **tabela 5** mostra a distribuição de pontuação de leito distal, segundo a Classificação de Rutherford, encontrada em 120 pacientes. Cada artéria foi avaliada individualmente, mas nem todos os pacientes possuía as três artérias pérvias, portanto, o *n* de cada artéria foi diferente e menor do que 120.

**Tabela 5 – Classificação das artérias do leito distal, segundo Rutherford.**

Artérias (n)	Média ± Desvio padrão	Mediana (Q1; Q3)	Mínimo – Máximo
TA (42)	3,57 ± 1,92	3,00 (3,00; 4,25)	1,00 – 9,00
TP (44)	3,05 ± 1,61	3,00 (2,25; 3,00)	1,00 – 7,50
FIB (64)	2,93 ± 1,36	3,00 (3,00; 3,00)	1,00 – 6,50
DP (48)	2,44 ± 1,05	3,00 (1,00; 3,00)	1,00 – 5,00

TA = tibial anterior; TP = tibial posterior; FIB = fibular; DP = dorsal do pé  
 Fonte: A autora, 2022.

O IR das artérias distais foi colhido em todas as artérias pérvias e passíveis de revascularização. A **tabela 6** mostra a média, mediana e valores máximos e mínimos dos IR encontrados para as artérias TA, TP, FIB e DP.

**Tabela 6 – Índices de resistência encontrados nas artérias tibial anterior, tibial posterior, fibular e desvio padrão.**

IR (n)	Média ± Desvio padrão	Mediana (Q1; Q3)	Mínimo – Máximo
TA (42)	0,60 ± 0,23	0,57 (0,45; 0,76)	0,20 – 1,00
TP (44)	0,58 ± 0,18	0,56 (0,47; 0,72)	0,19 – 0,88
FIB (64)	0,62 ± 0,20	0,65 (0,49; 0,75)	0,16 – 1,00
DP (48)	0,52 ± 0,19	0,51 (0,39; 0,63)	0,15 – 1,00

IR = índice de resistência; TA = tibial anterior; TP = tibial posterior; FIB = fibular; DP = dorsal do pé  
 Fonte: A autora, 2022.

Depois, a pontuação arteriográfica de cada artéria foi correlacionada com seu respectivo IR encontrado. A **tabela 7** mostra a correlação entre as Classificação de Rutherford das artérias TA, TP, FIB e DP e os respectivos IR. Foi observada uma correlação positiva entre os achados arteriográficos e o IR detectado nessas artérias, com  $p < 0,005$  para TA, TP e FIB e  $p < 0,001$  para DP.

**Tabela 7 – Coeficiente de correlação entre a Classificação de Rutherford e os índices de resistência das artérias tibiais, fibular e dorsal do pé.**

	Coeficiente de Correlação <sup>A</sup>
Artéria tibial anterior (n=42)	<b>0,663*</b>
Artéria tibial posterior (n=44)	<b>0,376*</b>
Artéria fibular (n=64)	<b>0,265*</b>
Artéria dorsal do pé (n=48)	<b>0,462**</b>

<sup>A</sup> Correlação de *Spearman's rho*

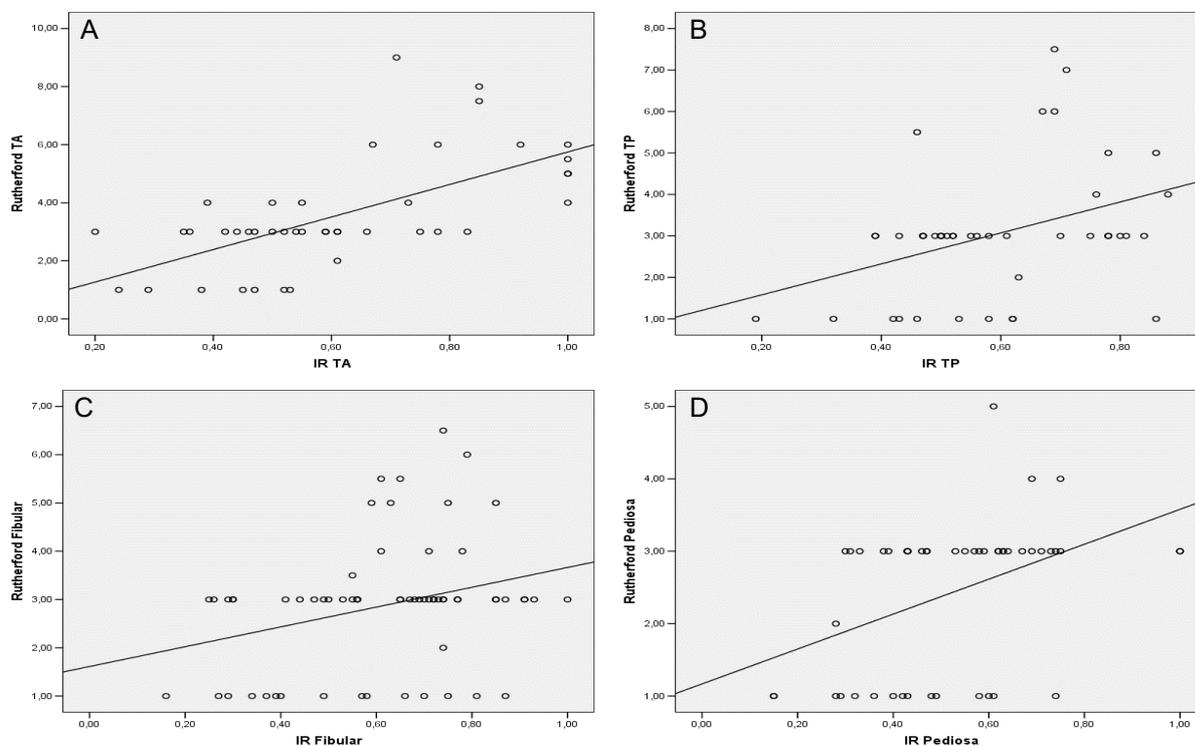
\* $p < 0,005$

\*\*  $p < 0,001$

Fonte: A autora, 2022.

A **figura 2** demonstra a distribuição dos IR correlacionados com a pontuação arteriográfica, segundo Rutherford, de cada LAD (TA, TP, FIB, DP). Nos gráficos de dispersão abaixo, cada ponto corresponde a uma artéria estudada e a linha corresponde à tendência de correlação de cada artéria, ou seja, quando uma artéria possui uma pontuação de Rutherford maior, corresponde a um IR mais alto – ambos descrevem um pior desague.

**Figura 2** – Gráficos de dispersão de cada leito arterial distal comparando a pontuação, segundo Rutherford, com o respectivo índice de resistência: A – artéria tibial anterior; B – artéria tibial posterior; C – artéria fibular e D – artéria dorsal do pé.



TA: tibial anterior; TP: tibial posterior; IR: índice de resistência.

Fonte: A autora, 2022.

O arco plantar (AP) foi classificado de acordo com a ASD como: completo, incompleto e apenas ramos colaterais. Trinta e sete (30,8%) pacientes apresentaram AP completo; 74 (61,7%) pacientes AP incompleto; nove (7,5%) pacientes apresentaram ramos colaterais onde deveria haver artérias tronculares compondo o AP e um (0,8%) paciente apresentou um AP com subestenoses. A **tabela 8** traz a distribuição dos tipos de AP encontrados na amostra em estudo.

**Tabela 8 – Classificação dos arcos plantares, segundo o GLASS, encontrados na amostra.**

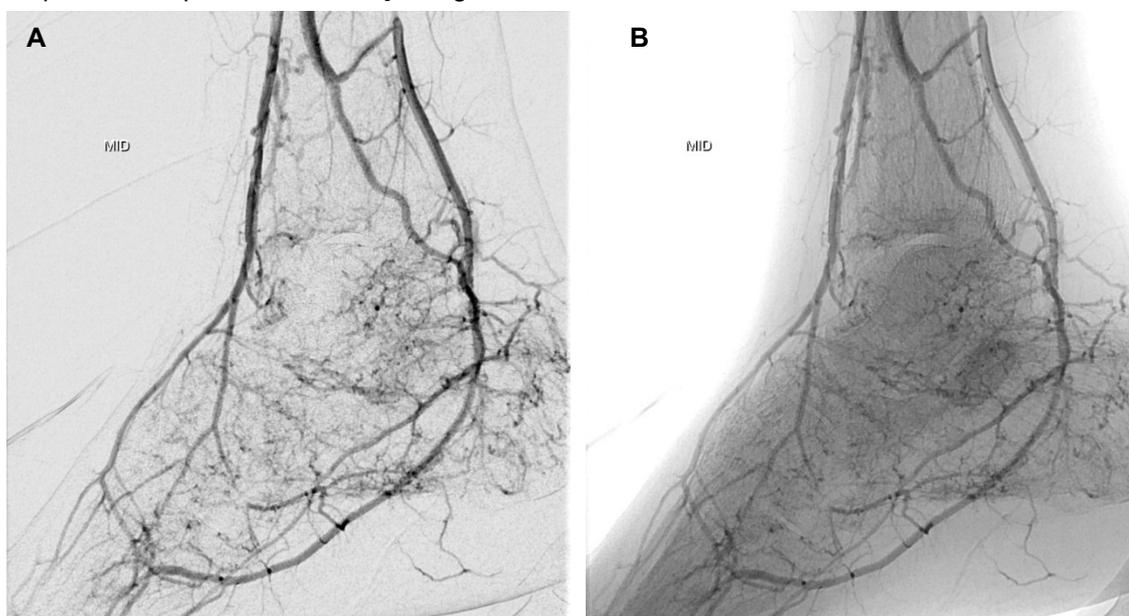
Classificação	n	%
<b>Arco</b>		
Completo	37	30,8
Incompleto	74	61,7
Ramos colaterais	9	7,5

GLASS: *Global Limb Anatomic Staging System*

Fonte: A autora, 2022.

A **figura 3** mostra um exemplo arteriográfico de pé direito com AP completo, com subtração digital e sem subtração digital (com marcadores ósseos). Pode-se notar a opacificação da artéria DP, como de seus ramos a artéria arqueada e a artéria metatarsal dorsal. Através da artéria TP, opacificam-se as artérias plantares e a bifurcação da artéria plantar lateral em artéria plantar profunda e artéria metatarsal plantar que se comunica com a artéria metatarsal dorsal, completando o AP.

**Figura 3 – A** – imagem arteriográfica de arco plantar direito completo. **B** – imagem arteriográfica de arco plantar completo sem subtração digital.

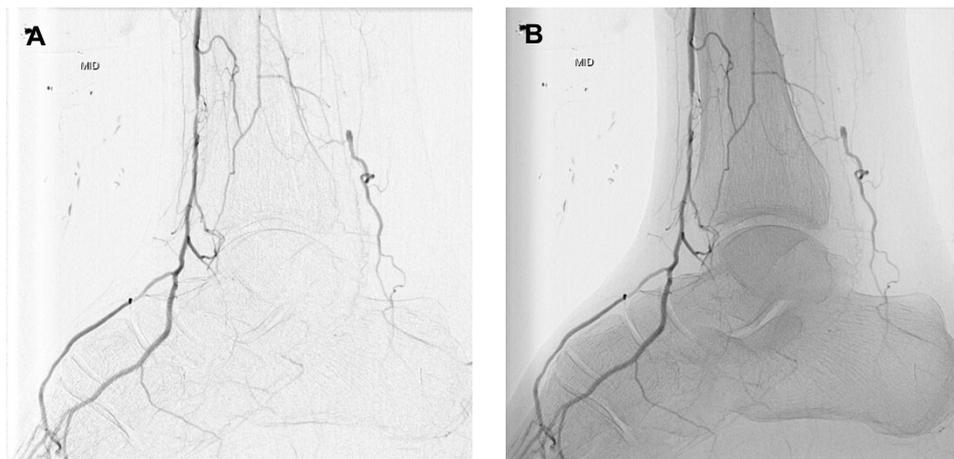


Fonte: A autora, 2022.

Na **figura 4**, está exemplificado um pé direito com AP incompleto. Nesta imagem, observa-se um AP onde existe apenas a artéria DP, opacificada através da

artéria TA, e seus ramos – artéria arqueada e artéria metatarsal dorsal estão contrastados, além de colateral dorsal. Não há contrastação das artérias plantares medial e lateral.

**Figura 4 – A** – imagem arteriográfica de arco plantar direito incompleto com subtração digital.  
**B** – imagem arteriográfica de arco plantar completo sem subtração digital.



Fonte: A autora, 2022.

Para fins de comparação estatística, foram retirados quando houve a ausência dos AP, apenas com ramos colaterais (9 casos). Os AP completo e incompleto foram comparados com o IR encontrado para a respectiva artéria distal. Na **tabela 9**, encontram-se as médias de valores, os desvios-padrão, bem como, os valores de p. Houve diferença estatística quando comparados os valores do IR para AP completo versus AP incompleto para as artérias TA, FIB e DP. Não foi verificada essa diferença estatística quando analisada a TP.

**Tabela 9 – Comparações entre os tipos de arco plantar e os índices de resistência encontrados nas artérias infrageniculares.**

IR das artérias (n)	Arco plantar		p-valor *
	Completo	Incompleto	
	Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão	
IR TA (42)	0,48 ± 0,22	0,64 ± 0,21	<b>0,018</b>
IR TP (44)	0,51 ± 0,23	0,61 ± 0,15	0,111
IR FIB (64)	0,53 ± 0,20	0,65 ± 0,20	<b>0,047</b>
IR DP (48)	0,41 ± 0,17	0,56 ± 0,18	<b>0,008</b>

(\*)Teste *t Student.*; TA = tibial anterior; TP = tibial posterior; FIB = fibular; DP = dorsal do pé  
Fonte: A autora, 2022.

## 6 DISCUSSÃO

A população estudada se mostrou bastante homogênea: foram estudados 120 pacientes e, exatamente, a metade era composta de indivíduos do gênero masculino. A amostra possuiu uma idade média de quase 70 anos, idade em que a prevalência de IC dos MMII é maior, como descrito na literatura (**tabela 3**) (WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; CHEUN, JAYAKUMAR, *et al.*, 2020; ELSHARKAWI, ELSHERIF, *et al.*, 2021; BAE, LEE, *et al.*, 2014; HOFMANN, WALTER, *et al.*, 2004; ROSSI, PUECH-LEÃO, *et al.*, 2006; TANNO, GATATE, *et al.*, 2016). As prevalências de HAS e DM na amostra foram mais elevadas do que as descritas na maior parte da literatura, 90% para HAS e 62% para DM (ELSHARKAWI, ELSHERIF, *et al.*, 2021; BAE, LEE, *et al.*, 2014; ROSSI, PUECH-LEÃO, *et al.*, 2006; JANSSEN e SILFHOUT, 2020). Essa alta prevalência, talvez possa ser explicada, porque o hospital terciário que foi o ambiente do estudo, encontra-se no Nordeste do Brasil e atende a uma população que, muitas vezes, tem pouco acesso à saúde. Essa dificuldade de acesso termina por afetar o diagnóstico e o controle maior dos fatores de risco da DAP.

Já o tabagismo (50,8%) apresentou uma prevalência menor do que a encontrada na literatura (CHEUN, JAYAKUMAR, *et al.*, 2020; ROSSI, PUECH-LEÃO, *et al.*, 2006; JANSSEN e SILFHOUT, 2020). Sabe-se que a prevalência de tabagismo é maior em regiões e países de clima frio. Os pacientes estudados são provenientes de uma região que possui clima tropical úmido (litoral) e semiárido (interior do estado), durante todo o ano. Apenas 6,7% dos pacientes estudados apresentavam-se em DRC em estado dialítico. Sabe-se que um percentual bem maior deles deveriam estar em DRC não dialítica ou até em DRC ainda não diagnosticada (WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; ELSHARKAWI, ELSHERIF, *et al.*, 2021). Uma falha deste estudo foi a não realização do *clearance* de creatinina dos componentes da amostra. Pois, uma calcificação maior das artérias distais é esperada nos pacientes portadores de DRC, apesar de se saber que essa calcificação é mais frequente e mais intensa em pacientes em estágio terminal da doença renal (FOWKES, RUDAN, *et al.*, 2013; CONTE, BRADBURY, *et al.*, 2019; CHEUN, JAYAKUMAR, *et al.*, 2020; CONNORS, WALSH, *et al.*, 2000; DAVIES, SAAD, *et al.*, 2008).

Quanto à apresentação clínica da DAP, nos pacientes estudados, quase todos já possuíam algum tipo de lesão tecidual, sendo a maioria (90,0%) portadores de lesão tecidual menor (Tipo 5 de Rutherford), com pé ainda viável. Essa prevalência de quadros clínicos de IC mais graves também foi maior do que o observado na literatura (WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; CHEUN, JAYAKUMAR, *et al.*, 2020; ELSHARKAWI, ELSHERIF, *et al.*, 2021). A dificuldade de acesso à serviços de saúde pode também ter influenciado nessa mais alta prevalência.

A Classificação de Rutherford para o LAD a uma obstrução, que utiliza a arteriografia para avaliação, foi descrita no seu artigo de revisão de 1997, nesse foram propostas várias classificações para DAP e isquemia aguda dos MMII, que são utilizadas até hoje como referência pela literatura mundial (RUTHERFORD, BAKER, *et al.*, 1997). Entretanto, ela não é amplamente utilizada, talvez pela sua grande complexidade, com pesos ponderais para cada artéria a ser analisada (RUTHERFORD, BAKER, *et al.*, 1997).

Infelizmente, até o momento, nenhuma outra classificação foi proposta e aceita mundialmente para avaliar as artérias ditais dos MMII. Rossi e cols utilizaram a classificação inicial de Rutherford como um guia para propor uma classificação mais simples, no Brasil (ROSSI, PUECH-LEÃO, *et al.*, 2006; ROSSI, LEÃO, *et al.*, 2009). Na sua tese de doutorado, em que mede de forma invasiva a resistência arterial periférica e a correlaciona com a arteriografia, Rossi utilizou sua classificação simplificada, todavia, essa última não teve aceitação na literatura mundial. Atualmente, ainda se utiliza a Classificação de Rutherford, validada pela *Society of Vascular Surgery* (SVS) como única para descrever o LAD a uma obstrução. Vários trabalhos utilizaram essa classificação, algumas vezes simplificada ou dividida em grupos (ELSHARKAWI, ELSHERIF, *et al.*, 2021; DAVIES, SAAD, *et al.*, 2008). No presente estudo, também foi utilizada a Classificação de Rutherford, 1997, para classificação das artérias distais (RUTHERFORD, BAKER, *et al.*, 1997).

Analisando as artérias distais segundo Rutherford, notou-se que as pontuações recebidas pelas artérias foram, em média, em 3,57 para TA e 2,93 para FIB. Como essas artérias poderiam ter pontuações que variam entre um e dez (sendo dez o pior desague), os desagues encontrados foram, relativamente, bons. O que era de se

esperar, pois, foram avaliadas artérias distais passíveis de serem revascularizadas, portanto, que não tivessem grande acometimento ateromatoso distal. Para a artéria DP, a média das pontuações encontrada foi de 2,44 (os valores poderiam variar de zero a sete).

Quando se avaliaram os IR colhidos para as artérias distais, os valores variaram entre 0,62 para a FIB e 0,52 para a DP. Também nos parece valores baixos, indicando um LAD mais dilatado e melhor desague, mas não há na literatura um parâmetro, com valores de IR associado com o leito distal, para que possamos comparar. Os valores de IR poderiam variar entre zero e um.

Na atual pesquisa, foi encontrada uma correlação positiva entre a classificação arteriográfica do LAD de Rutherford e o IR encontrado para cada artéria. Esse achado poderia validar o IR como um bom índice avaliador do desague sanguíneo arterial, correlacionando-se diretamente com a ASD. Ou seja, quando a pontuação do leito distal demonstrava um bom desague (baixa média ponderada), o IR encontrado na UD era baixo (demonstrando menor resistência distal ao fluxo sanguíneo arterial). Pode-se visualizar essa tendência de ambas as variáveis aumentando juntas na **figura 2** que traz os gráficos de dispersão para as artérias TA, TP, FIB e DP. As linhas contínuas representam a tendência de aumento das variáveis e têm inclinação diferente para cada artéria. Sendo assim, tanto a ASD, quanto o IR ultrassonográfico têm a capacidade de detectar a qualidade do LAD, sendo que aquela utiliza um parâmetro anatômico, com visualização direta e essa, um índice hemodinâmico, sem visualização direta das artérias do AP.

Outras classificações, diferentes da Classificação de Rutherford, para a vascularização do pé foram propostas, como a de Hofmann e cols, que classificaram o leito distal pedal da seguinte forma: tipo 1 – desague para a artéria dorsal do pé ou região plantar, sem a representação do AP; tipo 2 – representação parcial do AP, mas sem conexão entre a região dorsal e a plantar; tipo 3 – representação completa do AP (HOFMANN, WALTER, *et al.*, 2004). Essa é equivalente a classificação do AP pelo GLASS, utilizada neste estudo (**tabela 3**) (CONTE, BRADBURY, *et al.*, 2019). Já Sommerset e cols., recentemente, analisaram através da UD as artérias que compõem o AP. No seu trabalho, foram estudadas as seguintes artérias: artéria

arqueada, artéria plantar medial, artéria plantar lateral e artéria plantar profunda e avaliaram o fluxo do pé através da medição do tempo de aceleração pedal. Com os achados, puderam quantificar a severidade da DAP baseando-se no quão rápido ou lentamente o fluxo arterial está chegando ao pé – o tempo de aceleração pedal (SOMMERSET, TESO, *et al.*, 2019). Eles chegaram à conclusão de que quanto mais demorado o fluxo chegasse ao pé, mais grave era a isquemia.

Todo esse interesse pelo AP só corrobora com a sua importância para o tratamento da IC dos MMII (SMOLOCK, ANAYA-AYALA, *et al.*, 2013; DAVIES, SAAD, *et al.*, 2008). Sabe-se que um LAD pior diminui as chances de salvamento de membro (WATANABE, HOZAWA, *et al.*, 2018; ELSHARKAWI, ELSHERIF, *et al.*, 2021; CONNORS, WALSH, *et al.*, 2000; BAE, LEE, *et al.*, 2014; SMOLOCK, ANAYA-AYALA, *et al.*, 2013; DAVIES, SAAD, *et al.*, 2008). Bae e cols sugerem no seu trabalho que a ausência de AP é um fator de risco estatisticamente significativo para oclusão de revascularizações e a recorrência de sintomas (BAE, LEE, *et al.*, 2014).

Sabe-se que um AP pérvio é responsável pela distribuição do sangue para todas as estruturas do pé. No sentido inverso, um AP incompleto pode dificultar a cicatrização de feridas, mesmo quando se utiliza o angiossoma correspondente para revascularizar o pé (TROISI, TURINI, *et al.*, 2017). Troisi e cols. descreveram a cicatrização tecidual, tempo de cicatrização e sobrevida comparando com a perviedade do AP. Eles encontraram que esses fatores possuíam uma correlação positiva com a perviedade do AP. Diferente de quando se utilizava apenas o angiossoma da lesão para guiar a revascularização e posteriormente avaliar a cicatrização tecidual (TROISI, TURINI, *et al.*, 2017). Por isso, uma avaliação pré-operatória da vascularização do pé, é extremamente necessária para guiar a cirurgia de revascularização a se escolher e prever a cicatrização da ferida (CHEUN, JAYAKUMAR, *et al.*, 2020; MANZI, CESTER, *et al.*, 2011; KAWARADA, FUJIHARA, *et al.*, 2012). Trabalhos históricos sobre revascularização ultra-distais dos MMII demonstraram uma correlação positiva entre a manutenção da perviedade da revascularização e a perviedade do AP (TROISI, TURINI, *et al.*, 2017).

Apesar da sua importância, não há ainda na literatura mundial a descrição de um exame, marcador ou índice que possa indicar a perviedade do AP, sem a sua visualização direta por exames invasivos.

Após classificar o AP, Hofmann e cols compararam com o IR encontrado e também tentaram encontrar um IR que sugerissem a qualidade do AP. Entretanto, eles não chegaram a um resultado com significância estatística. Talvez pelo pequeno tamanho amostral, pois eles estudaram apenas 31 pacientes (HOFMANN, WALTER, *et al.*, 2004).

Neste estudo, valores de IR de 0,48 ( $\pm 0,22$ ) para TA; 0,53 ( $\pm 0,20$ ) para FIB e 0,41 ( $\pm 0,17$ ) para DP puderam prever sobre um melhor leito arterial distal (AP completo), quando comparado a ASD. Enquanto, valores de IR de 0,64 ( $\pm 0,21$ ) para TA; 0,65 ( $\pm 0,20$ ) para FIB e 0,56 ( $\pm 0,18$ ) para DP indicaram um AP incompleto. Esses achados apresentaram significância estatística para a TA ( $p = 0,018$ ); FIB ( $p = 0,047$ ) e DP ( $p = 0,008$ ). Não houve diferença estatística quando analisada a TP (AP completo:  $0,51 \pm 0,22$ ; AP incompleto:  $0,61 \pm 0,15$   $p = 0,111$ ). A ausência de relevância estatística para TP talvez tenha ocorrido porque os valores de IR encontrados variaram numa faixa pequena, com um  $n$  pequeno. Sendo assim, o IR conseguiu prever, sem visualizar diretamente, quando o AP era completo ou incompleto para a TA, FIB e DP, com exceção a TP (**tabela 9**).

Analisando cada artéria separadamente, nota-se que o IR da artéria FIB é, ligeiramente, maior do que o IR da TA e DP. Isso pode ser explicado pelo desague habitual da artéria FIB que não contribui diretamente para o AP, mas apenas com as perfurantes anterior e posterior, que se conectam, respectivamente, com as artérias TA e TP. Já as artérias tibiais, sim, contribuem de maneira similar na composição do AP, terminando em ramos tronculares para o pé (SOMMERSET, TESO, *et al.*, 2019; TESO, SOMMERSET, *et al.*, 2020; DAVIES, SAAD, *et al.*, 2008).

A partir desses resultados, pode-se sugerir uma classificação do IR para prever o desague com AP completo X AP incompleto. Ou seja:

- IR menor do que 0,50 para artérias TA e DP sugere AP completo.
- IR maior do que 0,60 para artérias TA e DP sugere AP incompleto.
- IR menor do que 0,55 para artéria FIB sugere AP completo.
- IR maior do que 0,65 para artéria FIB sugere AP incompleto

Assim, pode-se substituir uma classificação tão complicada e obtida por ASD por um índice de fácil realização e reprodutibilidade, não-invasivo, que dá informações

objetivas da hemodinâmica do LAD.

Estudos longitudinais, com maior casuística, já estão em andamento no nosso serviço para responder a seguinte questão: poderiam as faixas de IR prever sobre a perviedade de uma revascularização infrainguinal?

## 7 CONCLUSÃO

Neste estudo, foi encontrado que o índice de resistência coletado pela ultrassonografia com Doppler, quando comparado à arteriografia de subtração digital, é adequado para o estudo das artérias do leito distal após obstrução, nos membros inferiores para avaliação pré-operatória da cirurgia de revascularização em pacientes com isquemia crônica crítica.

Os índices de resistência, quando comparados aos tipos de arco plantar, conseguiram identificar se o arco é completo ou incompleto, como visto pela arteriografia com subtração digital. Mesmo sem a visualização direta dos pequenos e profundos vasos do pé. E sem a utilização de meio de contraste iodado e nefrotóxico, sem exposição à radiação e não-invasivo. Trazendo uma avaliação hemodinâmica e objetiva.

## REFERÊNCIAS

BACK, M. et al. Endothelium-dependent vascular responses induced by leukotriene B4. **Prostaglandins & other Lipid Mediators**, v. 83, p. 209-212, 2007.

BAE, M. J. et al. The Factors Affecting Recurrence of Symptoms after Infrainguinal Arterial Endovascular Angioplasty. **Korean Journal Of Cardiovascular Surgery**, v. 47, p. 517-522, 2014.

BAHIA, L. et al. O Endotélio na Síndrome Metabólica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, v. 50, n. 2, p. 291-303, Abril 2006.

BRODMANN, M. et al. Real-World Experience with a Paclitaxel-Coated Ballon for the Treatment of Atherosclerotic Infrainguinal Arteries: 12-month Interim Results of the BIOLUX P-III Registry First Year of Enrolment. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 16, n. 4, p. 276-284, Dezembro 2017.

BULDAK, L. Cardiovascular Diseases - A Focus on Atherosclerosis, Its Prophylaxis, Complications and recent Advancements in Therapies. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, p. 4695-8., April 2022.

CHAN, Y. C.; CHENG, S. W.; CHEUNG, G. C. A Midterm Analysis of Patients who Received Femoropoplíteal Helical Interwoven Nitinol Stents. **Journal of Vascular Surgery** , v. 71, n. 6, p. 2048-55, June 2020.

CHEUN, T. J. et al. Implications of Early Failure of Isolated Endovascular Tibial Interventions. **Journal of Vascular Surgery**, v. 72, n. 1, p. 233-240.e2, July 2020.

CLIFFORD, P. C. et al. The Role of Pulsatility Index in the Clinical Assessment of Lower Limb Ischaemia. **Journal of Medical Engineering & Technology**, v. 5, n. 5, p. 237-241, July 2009.

CONNORS, J. P. et al. Pedal branch artery bypass: A viable limb salvage option. **Journal of Vascular Surgery**, v. 32, p. 1071-9, 2000.

CONTE, M. S. et al. Global Vascular Guidelines on the Management of Chronic Limb-Threatening Ischemia. **Journal of Vascular Surgery**, v. 69, n. 6S, p. 3S-125S, 2019.

COSBY, K. et al. Nitrite Reduction to Nitric Oxide by Deoxyhemoglobin Vasodilates the Human Circulation. **Nature Medicine**, v. 9, n. 12, p. 1498-1505, December 2003.

CRIMI, E.; NAPOLI, C.; IGNARRO, L. J. Microcirculation and oxidative stress. **Free Radical Research**, v. 41, n. 12, p. 1364-1375, December 2007.

DAVIES, M. G. et al. Impact of runoff on superficial femoral artery endoluminal interventions for rest pain and tissue loss. **Journal of Vascular Surgery**, v. 48, p. 619-26, 2008.

ELLIS, C. G.; JAGGER, ; SHARPER, M. The microcirculation as a functional system. **Critical Care**, v. 9(suppl 4), p. S3-S8, 2005.

ELSHARKAWI, M. et al. Significance of Distal Runoff Score as a Key Influencer on Clinical Outcomes after Endovascular Interventions for Superficial Femoral Artery Disease. **Annals of Vascular Surgery**, v. 73, p. 234-243, 2021.

FOWKES, G. R. et al. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: a systematic review and analysis. **The Lancet**, v. 382, n. 9901, p. 1329-1340, October 2013.

GEIGER, M. A.; GUILLAUMON, A. T. Tratamento da Doença Arterial Obstrutiva Periférica em Território Femoropoplíteo com Stent Primário: Análise em até 24 meses. **Jornal Vascular Brasileiro**, São Paulo, p. 1-7, 2019. ISSN 1677-7301.

GOUVERNEUR, M. et al. Vasculoprotective properties of the endothelial glycocalyx: effects of fluid shear stress. **Journal of Internal Medicine**, v. 259, p. 393-400, 2006.

HOFMANN, W. J. et al. Preoperative High-frequency Duplex Scanning of Potential Pedal Target Vessels. **Journal of Vascular Surgery**, v. 39, p. 169-175, 2004.

HWANG, J. Y. Doppler ultrasonography of the lower extremity arteries: anatomy and scanning guidelines. **Ultrasonography**, v. 36, n. 2, p. 111-119, April 2017.

JANSSEN, E. R. I.; SILFHOUT, L. V. Duplex Ultrasound May Predict the Best Level of Lower Limb Amputation in Patients with Chronic Limb-Threatening Ischemia: A Retrospective Observational Cohort Study. **Annals of Vascular Surgery**, v. 67, p. 403-410, March 2020.

KAWARADA, O. et al. Predictors of Adverse Clinical Outcomes After Successful Infrapopliteal Intervention. **Catheterization and Cardiovascular Interventions**, v. 80, n. 5, p. 861-871, February 2012.

KIM, E. S. et al. Interpretation of peripheral arterial and venous Doppler waveforms: A Consensus Statement from the Society for Vascular Medicine and Society for Vascular Ultrasound. **Vascular Medicine**, v. 00, n. 0, p. 1-23, 2020.

LANÉELLE, D. et al. Comparison of the Use of Arterial Doppler Waveform Classifications in Clinical Routine to Describe Lower Limb Flow. **Journal of Clinical Medicine**, v. 10, n. 464, p. 1-11, January 2021.

LEE, S.-R. et al. Risk Factors and Safe Contrast Volume Thresholds for Postcontrast Acute Kidney Injury after Peripheral Vascular Interventions. **Journal of Vascular Surgery**, p. 1-8 e1, September 2019.

MANZI, M. et al. Vascular Imaging of the Foot: The First Step toward Endovascular Revascularization. **Radiographics**, v. 31, p. 1623-36, 2011.

MORAES FILHO, D. et al. Segmental Waveform Analysis in the Diagnosis of Peripheral Arterial Occlusive Diseases. **Annals of Vascular Surgery**, v. 18, p. 714-724, October 2004.

ROIJERS, J. P. et al. A Mortality prediction Model for Elderly Patients with Critical Limb Ischemia. **Journal of Vascular Surgery**, v. 71, p. 2065-72, June 2020. ISSN 6.

ROSS, R. Mechanisms of Disease: Atherosclerosis - An Inflammatory Disease. **The New England Journal of Medicine**, v. 340, n. 2, p. 115-126, 1989.

ROSSI, F. H. et al. Classificação Angiográfica na Revascularização do Membro Inferior Isquêmico: Pode a Angiografia Definir a Resistência do Leito Receptor do Enxerto?. **Jornal Vascular Brasileiro**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 207-213, 2009.

ROSSI, H. et al. Color-Flow Duplex Hemodynamic Assessment of Runoff in Ischemic Lower Limb Revascularization. **Vascular**, v. 14, n. 3, p. 149-155, 2006.

RUSSU, E. et al. The Predictive Role of NLR and PLR in Outcome and Patency of Lower Limb Revascularization in Patients with Femoropopliteal Disease. **Journal of Clinical Medicine**, v. 11, p. 2620-36, 2022.

RUTHERFORD, R. B. et al. Recommended Standards for Reports Dealing with Lower Extremity Ischemia: Revised Version. **Journal of Vascular Surgery**, v. 26, n. 3, p. 517-538, 1997.

SARA, J. D. S. et al. Mental Stress and Its Effects on Vascular Health. **Mayo Clinic Proceedings**, v. 97, n. 5, p. 951-990, May 2022.

SMOLOCK, C. J. et al. Clinical efficacy of concomitant tibial interventions associated with superficial femoral artery interventions in critical limb ischemia. **Journal of Vascular Surgery**, n. 57, p. 19-27, 2013.

SOMMERSET, J. et al. Innovative Arterial Duplex Examination: A Guide to Evaluate Flow in the Foot Using Pedal Acceleration Time. **Journal Vascular Ultrasound**, v. 43, n. 1, p. 11-17, 2019.

STONER, M. C. et al. Reporting Standards of the Society for Vascular Surgery for Endovascular Treatment of Chronic Lower Extremity Peripheral Artery Disease. **Journal of Vascular Surgery** , v. 64, n. 1, p. e1-20, July 2016.

TANNO, J. et al. A Novel Index Using Ankle Hemodynamic Parameters to Assess the Severity of Peripheral Arterial Disease: A Pilot Study. **PloS ONE**, v. 11, n. 10, p. 1-13, October 2016.

TESO, D. et al. Pedal Acceleration Time: A Novel Predictor of Limb Salvage. **Annals of Vascular Surgery**, v. 63, p. 32, 2020.

TROISI, N. et al. Pedal arch patency and not direct-angiosome revascularization predicts outcomes of endovascular interventions in diabetic patients with critical limb ischemia. **International Angiology**, v. 36, n. 5, p. 438-44, October 2017.

UIL, C. A. D. et al. The Microcirculation in Health and Critical Disease. **Progress in Cardiovascular Diseases** , v. 51, n. 2, p. 161-170, September/October 2008.

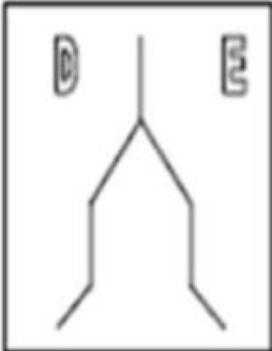
WATANABE, Y. et al. The Importance of Patency of Tibial Runoff Arteries on Clinical Outcomes After Stenting for Chronic Total Occlusions in the Superficial Femoropopliteal Artery. **European Journal of Vascular and Endovascular Surgery**, p. 1-7, 2018.

## APÊNDICE A – Ficha de Coleta de Dados Clínicos

**NOME:** \_\_\_\_\_ **IDADE:** \_\_\_\_  
**DATA NASCIMENTO:** \_\_\_\_\_  
 FEM  MASC **REGISTRO:** \_\_\_\_\_

**COMORBIDADES:**  
 HAS  DM  DISLIPIDEMIA  IC (FE: \_\_\_\_\_)  DAC ( IAM  AVCI)  
 TABAGISMO (\_\_\_\_\_ MAÇOS/ANO)  DRC (DIALÍTICO:  SIM  NÃO)  
 DPOC  
**PASSADO DE AMPUTAÇÃO:**  SIM (\_\_\_\_\_)  NÃO

**PULSOS:**



ITB	PRÉ	PÓS	PÓS	PÓS	PÓS
DATA	__/__/__	__/__/__	__/__/__	__/__/__	__/__/__
TIBIAL ANTERIOR					
TIBIAL POSTERIOR					
FIBULAR					

**CLASSIFICAÇÃO DE RUTHERFORD:**  
 0 (ASSINTOMÁTICO)  2 CLAUDICAÇÃO MODERADA  
 1 CLAUDICAÇÃO LEVE  4 DOR ISQUÊMICA DE REPOUSO  
 3 CLAUDICAÇÃO GRAVE  6 LESÃO TECIDUAL MAIOR  
 5 LESÃO TECIDUAL MENOR

**MECANISMO DE LESÃO**

TRAUMA

ESPONTÂNEO

**ÍNDICE DE RESISTIVIDADE (IR)**

TIBIAL ANTERIOR

TIBIAL POSTERIOR

FIBULAR

**REVASCULARIZAÇÃO:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_\_  
 Angioplastia \_\_\_\_\_  
 Bypass \_\_\_\_\_  
 Híbrida \_\_\_\_\_

## APÊNDICE B– Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



### HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA UFPE FILIAL DA EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES



#### 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 **AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DA ARTÉRIA RECEPTORA COMO FATOR PREDITIVO NA REVASCULARIZAÇÃO DOS MEMBROS INFERIORES**, que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Dra. Gabriela de Oliveira Buril, Rua Coronel Alfredo Duarte, 544 – CEP 50.830-380, F: (81) 9.9112.1872, e-mail: [gabriela.buril@ufpe.br](mailto:gabriela.buril@ufpe.br)

Também participam desta pesquisa os pesquisadores: Dra. Rebecca Paes de Andrade Souza, (81) 9.99591899, e-mail: [rebecca.rpas@gmail.com](mailto:rebecca.rpas@gmail.com) e está sob a orientação de: Dr Esdras Marques Lins, Telefone: (81) 9.9615-4155, e-mail [esdraslins@uol.com.br](mailto:esdraslins@uol.com.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.

Você 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:

O Sr. (a) será examinado por um dos médicos pesquisadores. Além do exame clínico para avaliar a circulação dos membros inferiores (coxas, pernas e pés), o Sr (a) será submetido a uma ultrassonografia Doppler dos membros inferiores (coxas, pernas e pés). Para a realização deste exame de imagem não é necessário nenhum tipo de jejum. Também não serão necessários furadas com agulhas, coleta de sangue e uso de contraste. A ultrassonografia Doppler será feita enquanto o Sr. (a) estiver internado (a) na Enfermaria de Cirurgia Vascular do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco.

O objetivo desta pesquisa é avaliar o uso da ultrassonografia Doppler no estudo das artérias dos membros inferiores (coxas, pernas e pés) em pacientes que apresentam isquemia crítica (grave diminuição da circulação). Ela será realizada no período de julho de 2019 a dezembro de 2020.

**RISCOS:** A ultrassonografia Doppler não oferece riscos, pois é um exame de imagem, que não usa contrastes, não exige nenhum tipo de jejum e para a sua realização não é necessária punção venosa para coleta de sangue.

**BENEFÍCIOS:** A realização da ultrassonografia Doppler, aliada ao exame clínico, é uma ferramenta importante de avaliação e acompanhamento dos pacientes com isquemia. Os resultados obtidos nesta pesquisa, poderão ajudar no tratamento de outros pacientes que apresentem isquemia crítica dos membros inferiores.

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 da ultrassonografia Doppler e dados da avaliação clínica), ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, **REBECCA PAES DE ANDRADE SOUZA**.

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, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida Prof. Moraes Rego s/n – 3º Andar- Cidade Universitária, Recife-PE, Brasil CEP: 50670-420, Tel.: (81) 2126.3743 – e-mail: [cephcufpe@gmail.com](mailto:cephcufpe@gmail.com)).

(assinatura do pesquisador)

#### CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DA ARTÉRIA RECEPTORA COMO FATOR PREDITIVO NA REVASCULARIZAÇÃO DOS MEMBROS INFERIORES**, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, 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 (ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento).

Local e data \_\_\_\_\_

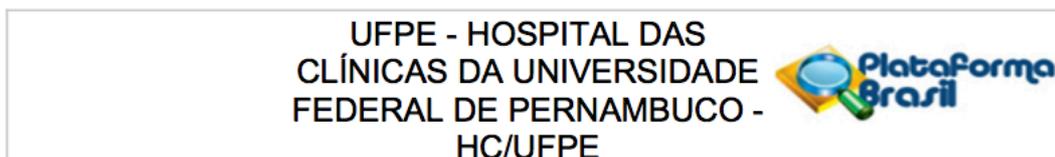
Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

Impressão  
digital  
(opcional)

**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:

## ANEXO A – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** COMPARAÇÃO ENTRE A ARTERIOGRAFIA E A ULTRASSONOGRAFIA DOPPLER NA AVALIAÇÃO PRÉ-OPERATÓRIA DE PACIENTES COM ISQUEMIA CRÍTICA DOS MEMBROS INFERIORES

**Pesquisador:** ESDRAS MARQUES LINS

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 13445319.9.0000.8807

**Instituição Proponente:** EMPRESA BRASILEIRA DE SERVICOS HOSPITALARES - EBSEERH

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.471.560

#### Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa sob responsabilidade da médica Gabriela de Oliveira Buril, Preceptora do programa de residência em Hemodinâmica (HC/UFPE) e orientação do Prof. Dr. Esdras Marques Lins do Departamento de Cirurgia (CCS/UFPE). Trata-se de um estudo transversal prospectivo, cujo objetivo será avaliar de forma comparativa a ultrassonografia Doppler e arteriografia no planejamento cirúrgico de pacientes portadores de isquemia crítica (IC) dos membros inferiores (MMII).

A amostra será composta por 200 pacientes com IC dos MMII internados na Enfermaria de Cirurgia Vascular do HC-UFPE para serem submetidos à cirurgia de revascularização por angioplastia ou bypass. Para a coleta de dados será realizada avaliação clínica, seguida de arteriografia e ultrassonografia Doppler dos MMII.

#### Objetivo da Pesquisa:

**Objetivo Geral:**

Avaliar de forma comparativa a ultrassonografia Doppler e arteriografia no planejamento cirúrgico de pacientes portadores de isquemia crítica dos MMII.

**Objetivos Específicos:**

**Endereço:** Av. Professor Moraes Rego, S/N, 3º andar do prédio principal (enfermarias)  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.670-901  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-3743 **E-mail:** cephcufpe@gmail.com

**UFPE - HOSPITAL DAS  
CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE PERNAMBUCO -  
HC/UFPE**



Continuação do Parecer: 3.471.560

Avaliar o perfil sociodemográfico dos pacientes submetidos à revascularização dos MMII para tratamento de IC;

Avaliar o perfil de comorbidades dos pacientes submetidos à revascularização dos MMII para tratamento de IC;

Comparar a arteriografia com a ultrassonografia Doppler na avaliação pré-operatória das artérias femorais e poplítea;

Comparar a arteriografia com a ultrassonografia Doppler na avaliação pré-operatória das artérias tibiais e artéria do pé.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

A proponente não declara riscos mínimos e esclarece que a realização da arteriografia na avaliação pré-operatória dos pacientes com IC dos MMII faz parte do Protocolo de Conduta do Serviço de Cirurgia Vascular do HC-UFPE, declarando que a sua utilização não está relacionado à execução desta pesquisa. Declara também que a ultrassonografia Doppler é um exame não invasivo e que não usa contrastes.

Como benefícios a proponente ressalta ao demonstrarem a possibilidade de substituição da arteriografia pela ultrassonografia Doppler no planejamento cirúrgico das revascularizações dos MMII em pacientes com IC poderia evitar as complicações associadas à arteriografia que é um exame de imagem invasivo, capaz de provocar toxicidade renal ou anafilaxia devido ao uso de contraste iodado e expõe o paciente e toda a equipe à radiação ionizante. Associado a esses benéficos, a arteriografia tem um custo muito maior ao sistema de saúde.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A proposta do estudo é extremamente pertinente e relevante para a área e pode contribuir sobremaneira para maior preservação da saúde tanto do paciente como da equipe médica com da utilização da arteriografia (método invasivo e com uso de contraste iodado). Desta forma, avaliar se a ultrassonografia tem respostas semelhantes ao uso da arteriografia para o planejamento cirúrgico de revascularizações dos MMII em pacientes com IC ganha importância. O cronograma apresentado é exequível, assim como o seu financiamento atende aos requisitos desta comissão.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos foram apresentados e estão adequados.

**Recomendações:**

Caso a avaliação do perfil sociodemográfico não faça parte do rastreio médico (anamnese) pré-

**Endereço:** Av. Professor Moraes Rego, S/N, 3º andar do prédio principal (enfermarias)

**Bairro:** Cidade Universitária

**CEP:** 50.670-901

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)2126-3743

**E-mail:** cephufpe@gmail.com

**UFPE - HOSPITAL DAS  
CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE PERNAMBUCO -  
HC/UFPE**



Continuação do Parecer: 3.471.560

cirúrgico, sugiro mencionar que o paciente voluntário responderá perguntas desta natureza. Sugiro corrigir o número amostral no projeto detalhado pois tanto na folha de rosto como no arquivo de informações básicas do projeto o número de voluntários pesquisado será de 200 pacientes. Outra ponto a corrigir refere-se a informações sobre o orçamento no projeto detalhado (apresenta valores diferentes nos itens 6, 9 e anexo 2).

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O projeto esta adequado e segue os preceitos éticos, estando apto para inicio conforme a metodologia descrita e cronograma estabelecido.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**PROTOCOLO APROVADO APÓS ANÁLISE DE PENDÊNCIAS PELOS RELATORES**

O Protocolo foi avaliado e está APROVADO para iniciar a coleta de dados. 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 para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP HC/UFPE. 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, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética, relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). O CEP HC/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

<b>Endereço:</b> Av. Professor Moraes Rego, S/N, 3º andar do prédio principal (enfermarias)	
<b>Bairro:</b> Cidade Universitária	<b>CEP:</b> 50.670-901
<b>UF:</b> PE	<b>Município:</b> RECIFE
<b>Telefone:</b> (81)2126-3743	<b>E-mail:</b> cephufpe@gmail.com

**UFPE - HOSPITAL DAS  
CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE PERNAMBUCO -  
HC/UFPE**



Continuação do Parecer: 3.471.560

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1323300.pdf	21/07/2019 19:57:33		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_modificado.docx	21/07/2019 19:56:17	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	21/07/2019 19:55:19	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	CARTA_DE_RESPOSTA.docx	21/07/2019 19:50:33	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostocomparacao.pdf	10/05/2019 12:12:00	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito
Outros	formularioebserhgabriela.pdf	09/05/2019 16:23:40	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito
Outros	cartadeapresentacaogabriela.pdf	09/05/2019 16:08:18	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito
Outros	Termodeconfidencialidadegabriela.pdf	09/05/2019 16:04:05	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito
Outros	termocompromissogabriela.pdf	09/05/2019 16:01:18	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito
Outros	lattescecilia.pdf	19/04/2019 16:55:34	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito
Outros	lattesfernanda.pdf	19/04/2019 16:53:34	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito
Outros	lattesesdras.pdf	19/04/2019 16:52:14	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito
Outros	latteswendell.pdf	19/04/2019 16:51:27	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito
Outros	lattesrebecca.pdf	19/04/2019 16:17:32	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito
Outros	lattesgabriela.pdf	19/04/2019 16:16:27	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito
Outros	cartadeanuenciaraquel.pdf	19/04/2019 16:15:23	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito
Outros	cartadeanuenciacelia.pdf	19/04/2019 15:47:17	ESDRAS MARQUES LINS	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Endereço:** Av. Professor Moraes Rego, S/N, 3º andar do prédio principal (enfermarias)  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.670-901  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-3743 **E-mail:** cephufpe@gmail.com

UFPE - HOSPITAL DAS  
CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE PERNAMBUCO -  
HC/UFPE



Continuação do Parecer: 3.471.560

RECIFE, 26 de Julho de 2019

---

**Assinado por:**  
**José Ângelo Rizzo**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Professor Moraes Rego, S/N, 3º andar do prédio principal (enfermarias)  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.670-901  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-3743 **E-mail:** cephufpe@gmail.com