

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS  
MESTRADO EM INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

ANDRÉ AMARAL JÓIA

**MODELO DE RECONHECIMENTO DE PADRÃO NA RELAÇÃO DA  
INSUFICIÊNCIA DA VEIA SAFENA INTERNA COM O QUADRO  
CLÍNICO NA DOENÇA VENOSA CRÔNICA**

CAMPO MOURÃO

2018

ANDRÉ AMARAL JÓIA

**MODELO DE RECONHECIMENTO DE PADRÃO NA RELAÇÃO DA  
INSUFICIÊNCIA DA VEIA SAFENA INTERNA COM O QUADRO  
CLÍNICO DA DOENÇA VENOSA CRÔNICA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Inovações Tecnológicas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Inovações Tecnológicas.

Orientador: Prof. Dr. Wyrllen Everson de Souza

CAMPO MOURÃO

2018

---

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

---

J74 Jóia, André Amaral

Modelo de reconhecimento de padrão na relação da insuficiência da veia safena interna com o quadro clínico da doença venosa crônica / André Amaral Jóia. – Campo Mourão, 2018.

91 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Wyrllen Everson de Souza

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Inovações Tecnológicas, Campo Mourão, 2018.

Inclui bibliografia.

1. Insuficiência venosa. 2. Varizes. 3. Sistema cardiovascular. 4. Ultrassonografia vascular. 5. Inovações tecnológicas – Dissertações. I. Souza, Wyrllen. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Inovações Tecnológicas. IV. Título.

CDD (22. ed.) 658.514

---

**Biblioteca da UTFPR - Câmpus Campo Mourão**

Bibliotecária/Documentalista responsável:  
Andréia Del Conte de Paiva – CRB-9/1525



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Campo Mourão  
Diretoria de Pós-Graduação  
Programa de Pós-Graduação em Inovações Tecnológicas  
Mestrado em Inovações Tecnológicas



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### MODELO DE RECONHECIMENTO DE PADRÃO NA RELAÇÃO DA INSUFICIÊNCIA DA VEIA SAFENA INTERNA COM O QUADRO CLÍNICO NA DOENÇA VENOSA CRÔNICA

por

**ANDRÉ AMARAL JÓIA**

Esta Dissertação foi apresentada em às dez horas, de um de setembro de dois mil e dezoito como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Inovações Tecnológicas, Linha de Pesquisa Inovações Tecnológicas em Gestão da Produção e Qualidade no Programa de Pós-Graduação em Inovações Tecnológicas – PPGIT, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Wyrllen Everson de Souza (Orientador – PPGIT)

---

Profª. Drª Magda Cardoso Mantovani (Membro Interno – PPGIT)

---

Profª. Drª Ana Carla Broetto Biazon (Membro Externo – INTEGRADO)

Dedico este trabalho à minha família,  
Jakeline, Isabella e Mariana.

## **AGRADECIMENTOS**

Algumas pessoas, de espírito elevado, mudam positivamente a trajetória de nossas vidas. No meu caminho, tive a sorte de encontrar o professor Dr. Heron Oliveira dos Santos Lima, reitor da UTFPR, que me apresentou ao meu orientador o professor Dr. Wyrllen Everson de Souza. Desta forma, este trabalho começou a ser concebido. Muito obrigado!

“Deus nos concede, a cada dia, uma página de vida nova no livro do tempo. Aquilo que colocarmos nela, corre por nossa conta”. (Chico Xavier)

## RESUMO

JÓIA, André Amaral. **Modelo de reconhecimento de padrão na relação da insuficiência da veia safena interna com o quadro clínico da doença venosa crônica**. 2018. 91 f. Dissertação (Mestrado em Inovações Tecnológicas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2018.

A Doença Venosa Crônica (DVC) é uma alteração no funcionamento do sistema venoso causada por incompetência valvular, podendo afetar o sistema venoso superficial, profundo ou ambos. Esta disfunção leva ao refluxo venoso que acarreta uma hipertensão venosa. O refluxo venoso desempenha papel crucial na magnitude dos sintomas e sinais, manifestando-se desde simples sensação de peso e cansaço, veias varicosas e, até, úlceras crônicas. Entretanto, a presença de varizes nos membros inferiores pode ser o principal componente. Algumas situações parecem contribuir para o surgimento da doença como fatores predisponentes: obesidade, sexo feminino, gravidez e número de gestações, aumento da idade, uso de anticoncepcional e reposição hormonal. A DVC atinge pessoas pelo mundo todo com alta prevalência e é a doença vascular mais comum, sendo o dia-dia do especialista. O sofrimento do paciente acarreta danos como perda da capacidade laboral, isolamento social e alterações das condições psíquicas. O tratamento apresenta grandes desafios, não por sua complexidade, mas, por falhas que começam nas campanhas do SUS, na orientação e nos cuidados com o paciente. Por fim, soma-se a falta de incentivos para aumentar o entusiasmo dos médicos especialistas. Esse estudo objetiva traduzir a DVC em um modelo de reconhecimento de padrão na relação da insuficiência da Veia Safena Interna (VSI) com o quadro clínico, associando o grau da doença à indicação do tratamento, na perspectiva de evitar as complicações. Para a amostra, foram escolhidos 91 pacientes, submetidos ao exame de ultrassonografia vascular com Doppler, num total de 117 membros inferiores apresentando insuficiência de VSI e, obrigatoriamente, com insuficiência da junção safenofemoral. Todos foram classificados clinicamente pela CEAP e divididos em dois grupos, G\_0 (doença leve - C<sub>2</sub> e C<sub>3</sub>) e G\_1 (doença grave (C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> e C<sub>6</sub>)). Para o tratamento dos dados optou-se por aplicar dois métodos de reconhecimento e classificação de padrões, Regressão Logística e Análise Discriminante. Para cada método aplicado foi utilizado a técnica de *leave-one-out*, com o intuito de conseguir o erro real nas taxas de classificação dos modelos. Todos os modelos gerados apresentaram resultados satisfatórios tendo uma classificação média superior a 80% de acertos, tendo em vista a utilização do método de *leave-one-out*. Após a observação, o perfil sociodemográfico encontrado foi de paciente feminino, múltipara, com idade em torno de 50 anos, com tendência à obesidade, de baixa renda, pouca escolaridade e apresenta doença avançada (C<sub>4,5,6</sub>).

**Palavras-chave:** Doença Venosa Crônica. Varizes. Ultrassonografia Vascular. Veia Safena Interna. Dados.

## ABSTRACT

JÓIA, André Amaral. **Model of pattern recognition in the relation of internal saphena vein insufficiency with the clinical chart of chronic venous disease.** 2018. 91f. Dissertation (Master in Technological Innovations) - Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2018.

Chronic Venous Disease (CVD) is a change in the functioning of the venous system caused by valve incompetence and affecting the superficial, deep venous system or both. This dysfunction provides venous reflux and, consequently, venous hypertension. Venous reflux plays a crucial role in the magnitude of symptoms and signs, ranging from simple feeling of weight and tiredness, varicose veins and even chronic ulcers. However, the presence of varicose veins in the lower limbs may be the main component. Some situations seem to contribute to the onset of the disease as predisposing factors: obesity, female sex, pregnancy and number of pregnancies, increase of age, contraceptive use and hormone replacement. CVD affects people all over the world with high prevalence and is the most common vascular disease, being the daily routine of the specialist. The suffering of the patient entails damages such as loss of work capacity, social isolation and changes in psychic conditions. The treatment presents great challenges, not because of its complexity, but because of failures that begin in the SUS campaigns, in the orientation and in the care with the patient. Finally, there is a lack of incentives to increase the enthusiasm of physician specialists. This study aims to translate the CVD into a model of pattern recognition in the relation of the Great Saphenous Vein (GSV) insufficiency with the clinical picture, associating the degree of the disease with the indication of the treatment, in order to avoid complications. For the sample, 91 patients underwent Doppler vascular ultrasonography were selected, in a total of 117 lower limbs presenting GSV insufficiency and, mandatorily, with femoral saphenous junction insufficiency. All of them were classified clinically by CEAP and divided into two groups, Group\_0 (mild disease - C<sub>2</sub> and C<sub>3</sub>) and Group\_1 (severe disease (C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> and C<sub>6</sub>). Logistic Regression and Discriminant Analysis were used to treat the data, such as methods of recognition and classification. The leave-one-out technique was used to get the actual error in the rating rates of the models. All generated models presented satisfactory results having an average rating superior to 80% of hits. After the observation, the sociodemographic profile found was a female patient, multiparous, with age around 50 years old, with tendency to obesity, of low income, low schooling and advanced disease (C<sub>4,5,6</sub>).

**Keywords:** Chronic venous disease. Varicose vein. Vascular Ultrasonography. Great saphenous vein. Data.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Tabela de classificação .....	54
<b>Tabela 2</b> – Dados obtidos na UVD.....	63
<b>Tabela 3</b> – Dados clínicos e demográficos da amostra agrupados. ....	67
<b>Tabela 4</b> – Distribuição dos membros inferiores em relação à CEAP .....	68
<b>Tabela 5</b> – Dados clínicos e demográficos da amostra.....	68
<b>Tabela 6</b> – Tabela das variáveis .....	69
<b>Tabela 7</b> – Análise da variância do modelo de escore quadrático .....	70
<b>Tabela 8</b> – Coeficientes da função de classificação do Escore Quadrático. ....	71
<b>Tabela 9</b> – Análise da variância do modelo de regressão logística.....	73
<b>Tabela 10</b> – Tabela de preditos da regressão logística com a faixa de corte.....	73
<b>Tabela 11</b> – Taxas de acerto de todos os modelos.....	74

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### QUADROS

- Quadro 1** – Matriz de confusão e taxa real de acerto para classificação da doença com probabilidades iguais. .... 70
- Quadro 2** – Matriz de confusão e taxa real de acerto para classificação para doença com probabilidades proporcionais. .... 70
- Quadro 3** – Matriz de confusão e taxa real de acerto para classificação para doença com método de regressão logística. .... 74

### GRÁFICOS

- Gráfico 1** – Número de habitantes em Campo Mourão - PR ..... 57
- Gráfico 2** – Distribuição dos pacientes quanto ao sexo ..... 58

### FIGURAS

- Figura 1** – O sistema da Veia Safena Interna (Magna) ..... 18
- Figura 2** – Demonstração do padrão de cores no fluxo venoso ao UVD na JSF. .... 29
- Figura 3** – Demonstração do refluxo na JSF com cor e análise espectral ao UVD. . 29
- Figura 4** – UVD em modo B mostrando a VSI no “olho safênico”. ..... 30
- Figura 5** – Demonstração da escala numérica de dor ..... 61
- Figura 6** – Demonstração do refluxo venoso na análise espectral da JSF..... 63

## LISTA DE ABREVIATURAS

- AER – Actual Error Rate
- AI – Altura
- APER – Apparent Error Rate
- CEAP – Classificação Clínica, Etiológica, Anatômica e Fisiopatológica.
- DVC – Doença Venosa Crônica
- IMC – Índice de Massa Corpórea
- JSF – Junção Safeno-femoral
- MMII – Membros Inferiores
- OER – Optimum Error Rate
- Pe – Peso
- PVR – Pico de Velocidade no Refluxo
- RFV – Refluxo Venoso
- TR – Tempo de Refluxo
- UVD – Ultrassonografia Vascular com Doppler
- VPP – Veia Perfurante de Perna
- VRV – Volume de Refluxo Venoso
- VSI – Veia Safena Interna

## **LISTA DE SIGLAS**

SBACV – Sociedade brasileira de Cirurgia Vascular

SUS – Sistema Único de Saúde

OMS – Organização Mundial de Saúde

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>16</b>
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>A Doença</b>	<b>18</b>
2.1.1	Anatomia	18
2.1.2	Epidemiologia	19
2.1.3	Classificação	21
2.1.4	Quadro Clínico	22
2.1.5	Fatores Predisponentes	25
2.1.6	Diagnóstico	28
2.1.7	Perfil do Paciente	31
<b>2.2</b>	<b>Análise Multivariada</b>	<b>32</b>
2.2.1	Introdução	32
2.2.2	Estatística Descritiva Multivariada	33
<b>2.3</b>	<b>Reconhecimento de Padrões</b>	<b>36</b>
2.3.1	Discriminação, Classificação e Reconhecimento de Padrão	36
2.3.2	Análise Discriminante	36
2.3.3	Problema Geral da classificação com várias populações	37
2.3.4	Análise Discriminante para Duas Populações – Método de Fischer	38
2.3.5	Discriminação entre Diversas Populações	42
2.3.6	Escore Discriminante Quadrático De Classificação	46
<b>2.4</b>	<b>Regressão Logística</b>	<b>47</b>
2.4.1	Introdução	47
2.4.2	Modelo De Regressão Logística	47
2.4.3	Modelo De Regressão Logística Simples	48
2.4.4	Modelo de Regressão Logístico Múltiplo	51
<b>2.5</b>	<b>Avaliação da Função de Classificação</b>	<b>52</b>
2.5.1	Crítério TPM (Total Probability of Misclassification)	52
2.5.2	Abordagem de Lachenbruch ( <i>leave-one-out</i> )	55
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>57</b>

<b>3.1</b>	<b>Descrição da Região Demográfica.....</b>	<b>57</b>
<b>3.2</b>	<b>Levantamento de Dados.....</b>	<b>58</b>
<b>3.3</b>	<b>Métodos.....</b>	<b>61</b>
3.3.1	Exames para a Coleta de Dados Relacionados Diretamente a DVC.....	61
3.3.1.1	Avaliação da dor.....	61
3.3.2	Aplicação dos Métodos de Reconhecimento e Classificação de Padrões.....	63
3.3.2.1	Regressão Logística.....	64
3.3.2.2	Escore quadrática.....	64
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>66</b>
<b>4.1</b>	<b>Análise Descritiva dos Dados.....</b>	<b>66</b>
<b>4.2</b>	<b>Resultados dos Modelos de Reconhecimento de Padrão.....</b>	<b>69</b>
4.2.1	Escore Quadrático.....	69
4.2.2	Regressão Logística.....	72
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>76</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>78</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>83</b>
	<b>APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA.....</b>	<b>84</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP, UTFPR.....</b>	<b>86</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A doença venosa crônica (DVC) caracteriza-se por uma alteração no funcionamento do sistema venoso causada por incompetência valvular, associada ou não à obstrução do fluxo venoso. A DVC pode afetar o sistema venoso superficial, o sistema venoso profundo ou ambos. Esta disfunção causa uma hipertensão venosa por refluxo venoso ou obstrução ao fluxo venoso.

A hipertensão venosa gerada pelo refluxo pode ser causada por desarranjo ou lesão das válvulas venosas, entretanto, aceita-se que a lesão e fragilidade da parede venosa têm papel importante na causa do refluxo e até na gênese da lesão valvular. O refluxo venoso desempenha papel crucial na magnitude dos sintomas e sinais da insuficiência venosa crônica dos membros inferiores, manifestando-se desde simples sensação de peso e cansaço, veias varicosas e, até, úlceras crônicas (DE BRITO; DUQUE, 2014).

As varizes de membros inferiores surgem como resultado da insuficiência venosa e são veias do sistema venoso superficial que se tornam dilatadas e tortuosas. A DVC é caracterizada por um quadro clínico com sinais e sintomas, no qual a presença de varizes nos membros inferiores pode ser o principal componente. O perfil crônico da doença traduz um estado permanente de insuficiência na circulação venosa (DE BRITO; DUQUE, 2014).

Para o surgimento de varizes, algumas situações parecem contribuir, como os seguintes fatores predisponentes: obesidade, sexo feminino, gravidez e número de gestações, aumento da idade, uso de contraceptivos e reposição hormonal (SBACV, 2015).

Na população mundial, as doenças venosas constituem a sétima doença crônica mais comum. Nos Países ocidentais, sua prevalência é maior que 20%, aumentando com a idade, podendo alcançar 80% numa população com média de idade em torno de 60 anos. No Brasil, a prevalência da doença varicosa é de 47,6% e 3,6% da população apresenta úlcera de estase, que é o último grau da classificação clínica da doença (DE BRITO; DUQUE, 2014).

Há algum tempo, a DVC é analisada como um importante problema de saúde pública, ela é a 14ª maior causa de afastamento temporário do trabalho no Brasil que leva ao pagamento de auxílio doença pelo Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS) (CASTRO *et al.*, 2005). Segundo o DATASUS, em 2004, o

SUS gastou 43 milhões de reais com o tratamento cirúrgico de varizes dos membros inferiores e no ano de 2013 foram gastos 36,6 milhões de reais (TOREGANI *et al.*, 2015).

Hoje, no cotidiano do consultório médico, o diagnóstico de insuficiência venosa é realizado por exame de ultrassonografia vascular com Doppler (UVD). Ele não é invasivo, fornece a localização anatômica dos segmentos venosos, avalia o refluxo e identifica obstrução ao fluxo. O equipamento de ultrassom é capaz de mostrar a imagem do vaso estudado no modo B, o fluxo simultâneo do sangue em escala de cor azul/vermelho e a curva espectral do fluxo com informações de direção e velocidade de fluxo (BEEBE *et al.*, 1996).

Assim, não invasivo e de baixo custo, o exame UVD informa a presença de doença venosa funcional podendo estar associada à presença de varicoses (telangiectasias), varizes e alterações tróficas de pele. E, ainda, é capaz de identificar a doença venosa nos estágios iniciais, possibilitando realizar os tratamentos adequados (SEIDEL *et al.*, 2017).

A doença de caráter crônico caminha pelos estágios iniciais com telangiectasias, varizes, edema, passando por hiperpigmentação, eczema varicoso e alterações de pele até a úlcera varicosa ativa. Em um estudo brasileiro, Seidel *et al.* (2017) observaram que a presença de veias varicosas sem refluxo de veia safena é mais frequente em jovens e a presença de insuficiência da junção safeno-femoral (JSF) e veia safena interna (VSI) com sintomas são mais frequentes em idosos, predominantemente mulheres.

Dessa forma, com início insidioso e pouca sintomatologia, há uma grande falta de adesão ao tratamento, seja, por falta de conhecimento e consciência e/ou por falta de oportunidade e de indicação médica. Os pacientes, na sua maioria mulheres, permitem que a doença siga o seu caminho de cronicidade passando por todas as fases clínicas chegando até na úlcera venosa (ferida) deixando a correção dos pontos de refluxo venoso para um momento mais oportuno na sua vida, permitindo ser alvo das complicações trazidas pela doença crônica.

As doenças crônicas são estigmas que levam a marcas físicas e psicológicas, o sofrimento do paciente acarreta danos como: a perda da capacidade laboral, isolamento social e alterações nas condições psíquicas. O tratamento dessas pessoas apresenta grandes desafios, não somente por sua complexidade, mas por falhas que começam nas campanhas do SUS, na orientação e cuidados

com o paciente e, por fim, uma injeção de incentivos para aumentar o entusiasmo dos médicos especialistas. Pensando nisso, esse trabalho propõe uma análise matemática do problema, um modelo de reconhecimento de padrão na relação da insuficiência da VSI com o quadro clínico da DVC, para estabelecer o perfil do paciente e, talvez, ter a possibilidade de diminuir a distância até o tratamento, evitando grande parte das alterações crônicas.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O objetivo desse trabalho seria desenvolver um modelo de reconhecimento de padrão na relação da insuficiência da Veia Safena Interna (VSI) com o quadro clínico da DVC. Desse modo, seria possível associar o grau da doença à indicação do tratamento, na perspectiva de evitar as complicações.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Com a finalidade de atingir o objetivo geral, foram estabelecidos objetivos específicos para a construção desse estudo, como:

1. Selecionar pacientes de Campo Mourão - PR com varizes em membros inferiores que, ao exame diagnóstico de ultrassonografia vascular com Doppler, apresentassem insuficiência de VSI, com insuficiência da junção safeno-femoral (JSF), obrigatoriamente.
2. Coletar dados sociodemográficos dos pacientes, assim como, dados específicos em relação à história da doença venosa, quadro clínico e exame físico.
3. Avaliar os principais fatores de risco da DVC.
4. Analisar dados amostrados a fim de estabelecer uma relação de acontecimentos entre os fatores encontrados e o quadro clínico da doença.
5. Comparar os resultados obtidos com os estudos vigentes na literatura, a fim de testar a compatibilidade.

A presente Dissertação foi elaborada de forma a apresentar uma introdução ao tema com o apontamento dos seus objetivos. Em seguida, no Capítulo 2, serão apresentadas as informações relevantes sobre a DVC, como: anatomia, quadro clínico, fatores predisponentes, perfil do paciente e revisão de literatura. O capítulo 3 faz referência a Material e Métodos. Os resultados são apresentados no Capítulo 4. As principais conclusões do trabalho são relatadas no Capítulo 5, no Capítulo 6 são listadas as referências bibliográficas. No Apêndice há o questionário utilizado como instrumento para obtenção dos dados, assim como os termos relacionados à comissão de ética e a sua autorização para execução da pesquisa.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A Doença

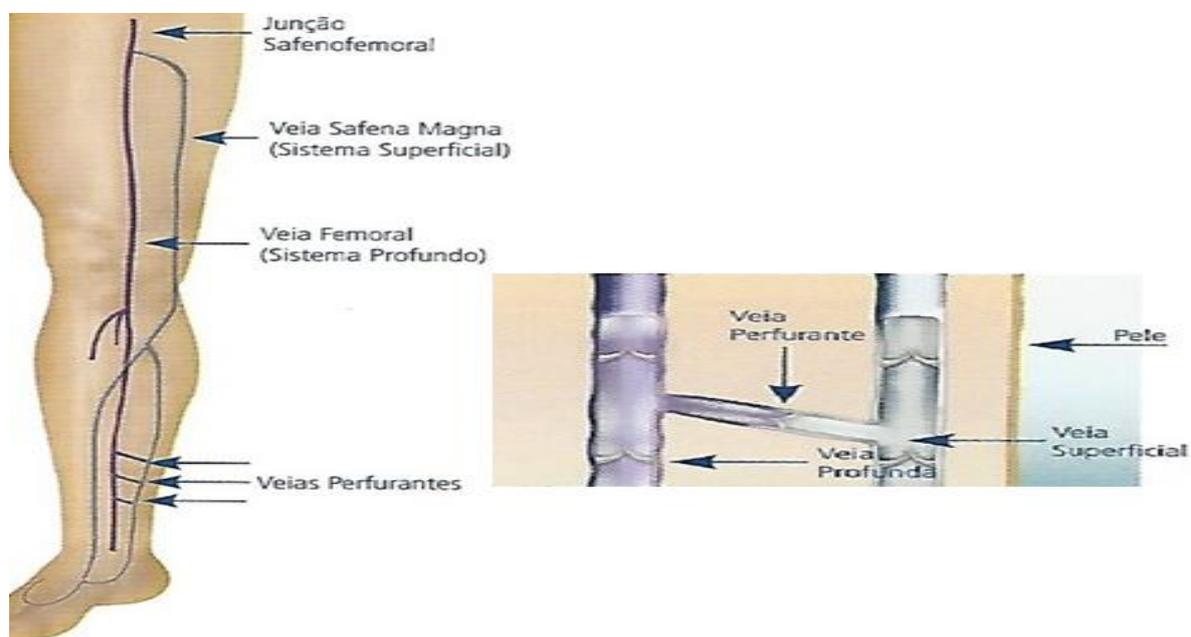
A presença de DVC pode ser primária devido à insuficiência valvar e fragilidade da parede venosa ou secundária por obstrução de trombose venosa profunda e sua posterior recanalização. Ela, ainda, pode ser congênita pela presença de fístula arteriovenosa. Dessa maneira, ela compreende um conjunto de sinais e sintomas que abrange desde as telangiectasias às úlceras abertas, em consequência da hipertensão venosa crônica em todos os seus graus, causada por refluxo e/ou obstrução.

Os objetivos traçados nesse trabalho tornam importante o entendimento da anatomia do sistema da Veia Safena Interna ou Magna e suas implicações na doença varicosa.

#### 2.1.1 Anatomia

Antes do período de Hipócrates, o homem já expressava sua preocupação com a circulação como documentado nos papiros de Ebers datados de 1.550 a.C. que fazem referência a varizes de membros inferiores.

**Figura 1** – O sistema da Veia Safena Interna (Magna)



Fonte: Camargo. Disponível em: <<http://www.drapaulaangeleli.com.br>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

As veias subcutâneas são veias superficiais com paredes musculares relativamente espessas. As principais veias superficiais são a safena interna ou Magna e a externa ou Parva, ambas com origem no pé. O arco venoso dorsal do pé, que recebe, por sua convexidade, as veias dorsais digitais e metatársicas; e, por sua concavidade, de dois a cinco ramos plantares. Esses ramos estabelecem comunicação com as veias dorsais do pé e se prolongam com a rede venosa da face anterior da perna. Do arco venoso dorsal do pé, apesar da sua variação anatômica, é mais comum formarem-se duas veias que se continuam medialmente, uma delas, a veia marginal medial (interna). A veia safena interna (VSI), por continuação da veia marginal interna que vem do arco dorsal do pé, passa a frente do maléolo medial do tornozelo e ascende a perna verticalmente pela face medial. No joelho, ela contorna posteriormente o côndilo medial do fêmur e assume um trajeto oblíquo para cima na face medial da coxa, atravessa a fáscia cribriforme na região inguinocrural e desemboca na veia femoral comum na chamada croça da safena ou junção safeno-femoral (JSF). Ainda formando a croça, há veias tributárias como a pudenda externa superficial, a circunflexa ilíaca superficial, a epigástrica inferior superficial e as veias safenas acessórias medial e lateral (THOMAZ, 2008).

As veias perfurantes constituem um grupo importante de tributárias colaterais. Elas conectam o sistema venoso superficial ao profundo perfurando a fáscia muscular e o fluxo sanguíneo, quando competentes segue o mesmo sentido. As veias, quando insuficientes, possuem importância na fisiopatologia de estase venosa na DVC. As principais perfurantes do membro inferior recebem o nome de seus descobridores, na coxa, existe a perfurante de Dodd, na porção medial da perna, logo abaixo da linha do joelho é chamada de perfurante de Boyd e no terço médio para distal da perna, na face medial, estão localizadas as perfurantes de Cockett (THOMAZ, 2008).

### 2.1.2 Epidemiologia

A doença venosa crônica (DVC) afeta milhões de pessoas pelo mundo causando grande demanda de atendimentos para os serviços de saúde por motivos que vão de problemas estéticos até limitações de atividade e sofrimento causado pela evolução e complicações da doença. Nos EUA, estima-se que 20-25 milhões de pessoas com varizes em membros inferiores, 2,5 milhões tenham sinais e sintomas

de DVC, 500.000 pessoas apresentem úlcera de estase e, anualmente, sejam realizadas 50.000 cirurgias. Já no Brasil, a prevalência da doença chega a 47,6%, com 3,6% de úlcera de estase (DE BRITO; DUQUE, 2014).

Em vários levantamentos epidemiológicos, a idade está relacionada com a incidência e prevalência da doença. O uso de anticoncepcional, gestação e, em especial múltiparas, também, podem estar associados a um maior risco de aparecimento de varizes. A obesidade é um fator de risco com forte relação entre o Índice de Massa Corpórea (IMC) e o surgimento da doença, em especial, com IMC maior que 27 Kg/m<sup>2</sup>. O sedentarismo e as profissões que necessitam de longos períodos em uma posição, em pé ou sentado, apresentam correlação positiva com varizes (SANTOS, 2006).

Nos países desenvolvidos, as varizes dos membros inferiores ocorrem em 25-50% das mulheres e em 7-40% dos homens, aparecendo em dois terços destes doentes pela 3ª década de vida. Mais de 25% da população com varizes tem insuficiência dos troncos venosos das pernas. As varizes aumentam de forma linear com a idade, isto é, com o envelhecimento da população humana, pode presumir-se que a sua prevalência aumentará consideravelmente (MENDES, 2012).

Para alguns autores, apesar da frequência elevada, ainda não se pode determinar a real dimensão da DVC, desse modo, o tamanho do problema é ignorado. Em 2000, segundo dados oficiais do Ministério da Saúde, 61.237 pacientes foram internados nos hospitais públicos por varizes de membros inferiores, sendo 85% do sexo feminino e 15% masculino. As varizes são raras na infância, na adolescência começa um aumento progressivo. No Brasil, há uma maior prevalência em brancos. No cotidiano, ortostatismo prolongado pode causar varizes (SILVA, 2006).

O estudo de Edinburgh, em 1999, relatou que as telangiectasias e as veias reticulares acometem até 85% das mulheres, e as veias varicosas atingem um terço da população de ambos os sexos entre 18 e 64 anos. E, ainda, afirmou que a incidência de veias varicosas aumenta com a idade, na presença de história familiar e com o aumento de IMC (RUCKLEY *et al.*, 2002).

### 2.1.3 Classificação

Em 1994, no *American Venous Forum*, realizado no Havaí, foi apresentada uma classificação denominada CEAP, baseada nos sinais clínicos (C), na etiologia (E), na anatomia (A) e nas alterações fisiopatológicas (P). Em 2000, a CEAP foi modificada e foram acrescentadas pontuações nos sinais clínicos (C) com a intenção de numerar os estágios da doença e, assim, podendo ser reproduzida por diferentes examinadores. Em 2004, Eklöf, Rutherford, Bergan *et al.*(2004), fizeram uma revisão na CEAP, hoje, ela está difundida pelo mundo e no Brasil, é recomendada pela Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia vascular (SBACV) como apresentado em suas Diretrizes da Insuficiência Venosa Crônica de 2015.

Desta forma, a CEAP, se apresenta e leva em consideração características clínicas, etiológicas, anatômicas e fisiopatológicas da doença, apresentada abaixo:

#### Classificação clínica (C):

- Classe 0 – Sem sinais visíveis ou palpáveis de doença venosa
- Classe 1 – Telangiectasias e/ou veias reticulares
- Classe 2 – Veias varicosas
- Classe 3 – Edema
- Classe 4a – Alterações de pele com pigmentação ou eczema
- Classe 4b – Lipodermatoesclerose ou Atrofia branca
- Classe 5 – úlcera venosa cicatrizada
- Classe 6 – úlcera venosa ativa

#### Classificação etiológica (E):

- Congênita – EC
- Primária – EP
- Secundária – ES: pós-trombótica, pós-traumática e outras
- En – sem causa venosa identificável

#### Classificação anatômica (A):

- Veias superficiais – AS
- Veias profundas – AD
- Veias perforantes – AP
- NA – local venoso não identificado

#### Classificação fisiopatológica (P):

- Refluxo – PR
- Obstrução – PO
- Refluxo e obstrução – PR,O
- PN – fisiopatologia não identificada

A CEAP consiste no diagnóstico mais completo e classifica a gravidade clínica da doença venosa crônica, além do critério clínico e anatômico, analisa também os critérios etiológicos e patológicos.

Essa classificação facilitou o entendimento e uma padronização no diagnóstico da DVC. Segundo a SBACV (2015), estudos internacionais assinalam que até 80% da população pode apresentar graus mais leves como o C<sub>1</sub>, os graus intermediários podem variar de 20 a 64% e a evolução para os estágios mais severos como C<sub>5</sub> e C<sub>6</sub> entre 1 e 5%. Já no Brasil, estudos mostram números semelhantes nos estágios iniciais e intermediários, contudo, há uma maior tendência a evolução para os C<sub>5</sub> e C<sub>6</sub>, podendo alcançar 15-20% dos casos.

#### 2.1.4 Quadro Clínico

No quadro clínico, as varizes apresentam sintoma de dor de difícil caracterização, podendo ser tipo queimação, formigamento, sensação de peso, cansaço, dor profunda e, até mesmo, latejante e pernas inquietas. Na sua maioria, não é incapacitante e piora ao fim do dia. Em temperaturas elevadas, aumentam as queixas, assim como no período pré-menstrual há uma piora. Isso, também ocorre nos pacientes em reposição hormonal ou em uso de contraceptivos (anticoncepcionais).

O paciente, também, pode apresentar câibras noturnas. O edema de pernas, que predomina na região maleolar dos tornozelos, é sinal bastante comum. Ainda pela cronicidade da doença, pode ocorrer prurido com eczema por estase venosa, dermatite ocre pigmentação, dermatofibrose por processo inflamatório crônico da derme e subcutâneo, atrofia branca, coroa flebectásica e, no estágio mais avançado da doença, o aparecimento de úlcera venosa, como visto na classificação CEAP. A dor ou sensação de peso em membros inferiores é o sintoma mais comum da insuficiência venoso superficial, atingindo de 30-65% dos pacientes (SANTOS, 2006).

Os sintomas da doença e seus sinais de piora podem interferir diretamente na qualidade de vida, esse impacto pode ser avaliado usando o questionário genérico Medical Outcomes Study – 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36) que é composto por 36 itens que avaliam a capacidade funcional, os aspectos físicos, dor, estado geral de saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental (McHORNEY *et al.*, 1993).

Estudos utilizando o *Medical Outcomes Study 36 - Item Short - Form Health Survey* (SF-36) concluíram que a DVC, inclusive em fases muito incipientes, ocasiona impacto substancial na dimensão física da saúde de seus portadores, traduzido por limitações funcionais. Para Leal e Mansilha (2010), a DVC tem grande impacto na qualidade de vida do indivíduo devido ao seu curso clínico imprevisível, à subestimativa da sua severidade, à ausência de correlação perfeita entre a sintomatologia e os sinais do exame físico. Logo, há a necessidade de encontrar um instrumento de medição específico de quantificação das queixas dos doentes em função da eficácia das terapêuticas instituídas.

Em um trabalho, sobre a diferença na qualidade de vida de pacientes com doença venosa crônica (DVC), foram avaliados 88 indivíduos e divididos em dois grupos, um para doença leve (C<sub>1,2 e 3</sub>) e outro para doença mais grave (C<sub>4,5 e 6</sub>). Os participantes do grupo da doença mais grave apresentaram pior qualidade de vida, quando comparados os aspectos de capacidade funcional, limitação por aspectos físicos, vitalidade, aspectos sociais e dor, sendo extremamente significativa. Em vista disso, os aspectos emocionais e os de saúde mental também se mostraram estatisticamente relevantes. O estudo concluiu que a qualidade de vida nos pacientes com doença venosa crônica leve e grave é diferente. Os indivíduos que apresentam a forma mais grave da doença tiveram menores índices nos escores do SF-36. Itens como dor, aspectos físicos, aspectos sociais e emocionais, vitalidade, saúde mental e capacidade funcional mostraram-se significativamente mais afetados em indivíduos com estágio mais avançado da doença (SANTOS; PORFÍRIO; PITTA, 2009).

Em outro estudo, os benefícios na hemodinâmica venosa e na qualidade de vida dos pacientes submetidos à remoção cirúrgica padrão de varizes foram seguidos por cinco anos após o procedimento. Os pacientes foram submetidos à avaliação da qualidade de vida antes e após o tratamento cirúrgico, num período de 5 anos, evidenciando as melhoras a longo prazo (UEMA *et al.*, 2013).

Os sintomas da DVC parecem estar associados ao tamanho do refluxo no sistema venoso, um refluxo maior é acompanhado por uma clínica mais pronunciada. Nota-se um aumento da frequência de sintomas e alterações da pele na presença de incompetência da VSI e/ou da JSF, sobretudo quando o refluxo desta se estende até o maléolo.

A doença varicosa afeta um terço da população, com impacto na qualidade de vida e nos custos de saúde. A VSI está envolvida na maior parte dos casos. Com o objetivo de verificar a presença de associação entre a incidência de refluxo na VSI ao exame de UVD e a presença de veias varicosas em membros inferiores em pacientes com diagnóstico clínico de insuficiência venosa, Seidel *et al.* (2017), observaram que os pacientes com varizes e sintomas apresentam maior probabilidade de insuficiência de VSI. Como resultado, o trabalho concluiu que a presença de veias varicosas com ausência de refluxo da VSI é mais frequente em jovens e que a incompetência da JSF e VSI com sintomas ocorre mais em idosos. E, ainda, citou que o desenvolvimento de incapacidade na JSF parece ser um agravante, pois a taxa de alterações tróficas aumenta de 1,7% para 10,6%, quando há insuficiência da JSF.

Na mesma linha, para Andrade *et al.* (2009), o refluxo venoso está diretamente relacionado com as alterações de pele causadas pela doença e relataram que o refluxo venoso superficial é responsável por 40-60% das úlceras de perna nos portadores de varizes primárias. Há correlação entre a presença do refluxo venoso superficial ao mapeamento duplex e a gravidade do quadro clínico nos portadores de varizes primárias de membros inferiores. Em seu estudo, na análise descritiva dos dados, verificou-se que 83,9% dos pacientes eram do sexo feminino. A idade média foi de 50 anos, com 50% dos pacientes situados na faixa dos 40-59 anos. E, em 17,6%, o refluxo apresentou origem em veias safenas magnas e veias perfurantes.

As possíveis alterações tróficas de pele e o impacto sobre o paciente parecem determinar o seu tratamento, pois, o caminho crônico evolutivo da doença pode levá-lo ao seu grau máximo, o CEAP 6, ferida aberta. Sabe-se que as úlceras venosas são significativas, social e economicamente, devido à natureza recorrente e ao longo tempo decorrido entre sua abertura e cicatrização. Quando não tratadas adequadamente, cerca de 30% das úlceras venosas cicatrizadas recidivam no primeiro ano e essa taxa sobe para 78% após dois anos (MAYER *et al.*, 1994).

A relação entre refluxo venoso superficial e alterações de pele na DVC é palpável, sendo causa e efeito. Labropoulos *et al.* (1994) avaliaram pacientes com refluxo venoso e trombose venosa prévia, relacionando-os com úlcera venosa. Observaram uma baixa incidência de úlcera nos pacientes com ausência de refluxo venoso superficial, apesar da obstrução do sistema venoso profundo e 8% dos casos apresentavam a VSI com refluxo em toda a sua extensão. Assim, propuseram que o aparecimento de úlcera de pele é mais frequente quando há refluxo no sistema venoso superficial.

A DVC é severa, a úlcera venosa uma das suas piores consequências, dessa forma, é objeto de vários estudos como este, no qual foram avaliados 49 pacientes com DVC que apresentavam 67 úlceras, predominantemente no terço inferior da perna (68,6%) e com tempo de evolução de até cinco anos (53,8%). Essa população estava predominantemente entre 51-70 anos (45,7%), aproximadamente metade era do sexo feminino (55%) e com baixa escolaridade. Desta maneira, é possível dizer que o paciente com úlcera tem um longo período de posse dessa afecção (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

#### 2.1.5 Fatores Predisponentes

Vários fatores de risco têm sido associados ao desenvolvimento da insuficiência venosa crônica, como: idade, sexo, estilo de trabalho (postura - ortostatismo), sedentarismo, obesidade, uso de medicamentos (anticoncepcional e terapia de reposição hormonal), número de gestações e história familiar positiva (hereditariedade).

Os fatores de risco como idade e sexo feminino parecem ser mais determinantes do que a obesidade, história familiar, gravidez ou tipo de atividade de trabalho. Entretanto, alguns afirmam que a incidência das veias varicosas aumenta com a idade, história familiar e IMC (SEIDEL *et al.*, 2017).

Quanto à hereditariedade, parece haver uma forte relação de predisposição genética e a DVC, entretanto, o modo de herança genética com que se transfere não está bem estabelecido (SANTOS, 2006).

Para vários autores, um histórico familiar positivo de varizes está relacionado com o aparecimento da doença, a predisposição hereditária parece ser uma importante condição para o desenvolvimento de varizes. Nesse caminho, Cornu-

Tenard *et al.* (1994) avaliaram 134 pacientes, dos quais 67 com varizes e 67 sem varizes, e seus ascendentes diretos com histórico de doença em pai e mãe, eles concluíram que o fator familiar tem grande importância na gênese de varizes. Ao avaliar homens e mulheres entre 30 e 40 anos e seus pais por meio do exame físico, os autores verificaram que o risco de desenvolvimento de veias varicosas era de 90% quando ambos os pais apresentavam varizes, caindo para 25% para o sexo masculino e para 62% para o feminino quando apenas um dos pais era afetado. Nos pacientes cujos pais não apresentavam varizes, o risco de desenvolvimento da doença foi de 20%.

A literatura tem mostrado uma relação significativa entre a idade e a doença. O seu aumento está associado a maior incidência da doença e com os quadros clínicos mais avançados. Widmer (1978), em seu *Basle Study III*, verificou que a idade é o fator de risco mais importante, com prevalência de 6 a 10 vezes maior em pessoas de 70 anos do que de 30 anos. Já, no Brasil, Maffei *et al.* (1986) observaram o aumento da prevalência de varizes e de insuficiência venosa crônica com o aumento da idade, chegando a atingir 78,2% das mulheres examinadas com mais de 70 anos. Em Portugal, em um estudo epidemiológico de DVC, Capitão *et al.* (1996) documentaram que a doença CEAP grau 3, independentemente do sexo, aumenta significativamente a partir dos 50 anos de idade.

A relação entre idade, índice de massa corpórea (IMC) e gravidade da DCV já foi avaliada e a idade mais avançada significou um estágio clínico pior (CEAP 3-6) com alterações cutâneas e úlceras. O IMC elevado junto com a idade aumentada foram preditores significativos da progressão da doença, como fator de risco (MUSIL, 2011).

Ao fazer uma analogia matemática na qual a área de um círculo é diretamente proporcional ao diâmetro, um estudo calculando a área de segmentos da VSI em pacientes de ambos sexos de duas cidades alemãs, concluiu que o aumento do IMC é o fator mais importante para o aumento da área da VSI (KRÖGER *et al.*, 2003).

Do mesmo modo, Engelhorn *et al.* (2017), com objetivo de relacionar o diâmetro da VSI na JSF, analisaram 146 mulheres com IMC entre 17,5 e 39,5 Kg/cm<sup>2</sup>, observaram que quanto maior o IMC, maior o diâmetro da veia. E, veias com calibre superior a 7 mm na JSF apresentaram maior chance de refluxo, com acurácia de 71% e valor preditivo positivo de 73%.

A incompetência da junção safenofemoral (JSF) associada ao refluxo da veia safena interna (VSI) é a causa mais comum de varizes e insuficiência venosa crônica (LABROPOULLOS *et al.*, 1994).

Quando observada a relação entre número de gestações, ou, até mesmo, gestação em vigência, a doença varicosa apresenta grande importância. O aparecimento das varizes durante a gestação, a precocidade e a intensidade com que elas aparecem, os sintomas, os sinais de regressão durante e após o puerpério, são aspectos relevantes das varizes dos membros inferiores durante a gestação. E a prevalência pode variar de 20-50% das grávidas (BARROS JUNIOR, 2010).

A multiparidade parece desempenhar um papel importante como fator de risco para o desenvolvimento da doença. Basellini *et al.* (1985) observaram uma maior prevalência de varizes em pacientes com mais de uma gravidez, na proporção de 1:5 em comparação com as nulíparas. Para Boivin e Hutinel (1987) a prevalência de varizes, em homens e mulheres, encontra-se em duas ordens de grandeza diferentes, pois a prevalência de varizes entre homens e nulíparas tem uma proporção de 1: 1,2, enquanto entre homens e mulheres múltíparas, ela é de 1: 4,6. Em confirmação ao fato de que a doença varicosa é maior em mulheres com mais de uma gravidez, Dindelli *et al.* (1993) verificaram risco 3,8 vezes maior de desenvolvimento de varizes em mulheres múltíparas do que em nulíparas e 1,2 vezes maior em primíparas em relação às nulíparas.

Após uma análise multivariada com correção para a idade, Maffei *et al.* (1986) acreditam numa correlação positiva entre prevalência de varizes e número de gestações, mesmo com o ajuste da idade, pois, em seu estudo, de 668 mulheres com varizes, 66 (9,9%) eram nuligestas, 44 (6,6%) eram primigestas, 76 (11,4%) eram secundigestas e as restantes 482 (72,2%) tinham três ou mais gestações. Como já visto, parece haver uma predileção pelo sexo feminino. A prevalência de varizes no sexo feminino está em torno de 26-38% e de 10-20% entre nos homens.

A publicação de Costa *et al.* (2012) demonstrou que, analisando o perfil clínico e sociodemográfico de portadores de DVC, o sexo feminino de cor branca é o mais acometido, com predominância da faixa etária entre 50 e 60 anos. De maneira geral, os pacientes não praticam atividade física, ficam longos períodos do dia em posição ortostática, apresentam baixa escolaridade e baixa renda, refletindo em uma doença mais avançada clinicamente (C<sub>4,5,6</sub>).

Para Abbade *et al.* (2006), dos pacientes classes C<sub>6</sub> da CEAP, mais de 90% têm menos de 4 anos de escolaridade, além de a grande maioria estar situada abaixo da linha da pobreza. Nenhum dos pacientes tinha acesso a tratamento de rotina (consultas médicas) da doença varicosa; apenas 3% dos casos referiram uso regular de flebotômicos e 82% dos pacientes desse grupo jamais haviam sido submetidos a tratamento escleroterápico de varizes. Esses dados sugerem um baixo nível socioeconômico dessa população, que tem como único acesso ao tratamento clínico o SUS.

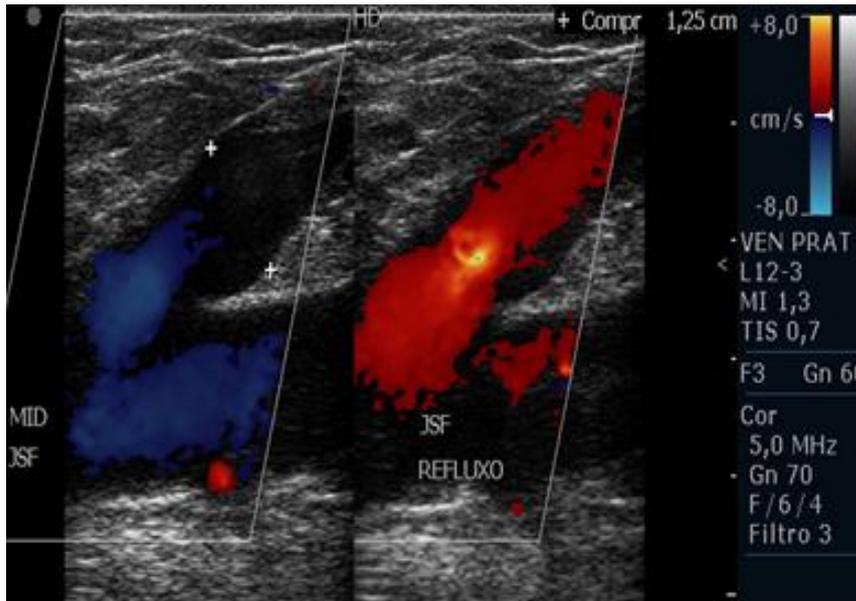
No reconhecimento do perfil do paciente, Magalhães *et al.* (2007) observaram que os pacientes são mulheres, com baixa escolaridade, sintomáticas, embora se apresentem em estágios moderados da doença, especialmente nas classes C<sub>2</sub> e C<sub>3</sub> da CEAP, e que requerem cirurgias de médio e grande porte para o tratamento dessas afecções. Em se confirmando essa tendência em outras regiões do Brasil, o mutirão, campanha do SUS para atendimento de alto número de pessoas, pode representar a única forma de acesso desses pacientes ao tratamento cirúrgico de varizes, o que dá uma noção da importância desse tipo de estratégia nas políticas de saúde pública do país, que precisam ser cada vez mais aprimoradas, para benefício de toda a população usuária do SUS.

#### 2.1.6 Diagnóstico

O paciente chega ao consultório médico, geralmente, ciente da sua doença, que é facilmente identificada pela sintomatologia e à inspeção dos membros inferiores. Mas, além do quadro clínico, o exame padrão ouro no diagnóstico de pacientes com varizes é a Ultrassonografia Vascular com Doppler (ENGELHORN *et al.*, 2011).

A UVD pode visualizar e anotar as fontes de refluxo e dos pontos de drenagem do refluxo das veias safenas, com o objetivo de identificar os padrões de refluxo e confeccionar o mapeamento venoso superficial. (ENGELHORN *et al.*, 2011).

**Figura 2** – Demonstração do padrão de cores no fluxo venoso ao UVD na JSF.



Fonte: Autoria própria.

No estudo dos vasos, esse exame apresenta três componentes. O primeiro fornece imagem dinâmica da estrutura estudada no modo B, escala cinza de cores, permitindo sua identificação anatômica. O segundo componente é um código de cores usado para estudar o sentido do fluxo sanguíneo na veia. Onde a cor azul é para a direção cranial e normal, sendo a cor vermelha para a inversão no sentido do fluxo indicando presença de refluxo, demonstrado na figura 2.

**Figura 3** – Demonstração do refluxo na JSF com cor e análise espectral ao UVD.

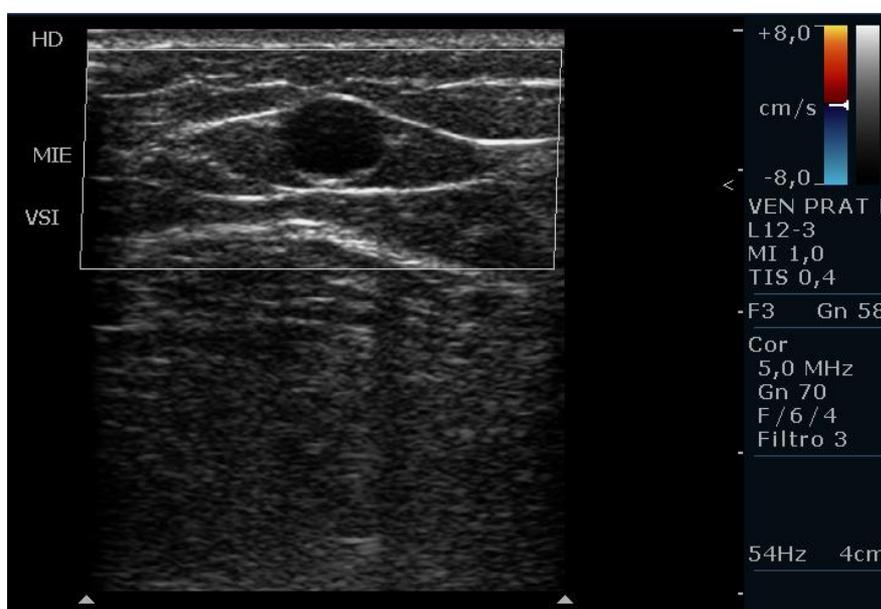


Fonte: Autoria própria.

Por último, a análise espectral é demonstrada por um gráfico de velocidade de fluxo pelo tempo, na figura 3.

Este exame diagnóstico não é invasivo, possui baixo custo e tem fácil acesso, apresentando boa especificidade e sensibilidade. Ele proporciona a avaliação anatômica do sistema venoso quanto à fisiologia, à avaliação hemodinâmica do fluxo, ao refluxo e à obstrução. Também, é capaz de fornecer critérios como o diâmetro do vaso, presença de refluxo retrógrado céfalo-caudal com o seu tempo de duração e a velocidade do fluxo. No caso da veia safena interna, para a quantificação do refluxo, é considerado positivo, quando o tempo de duração é superior a meio segundo (0,5 s) (SBACV 2015) (ENGELHORN *et al.*, 2011).

**Figura 4** – UVD em modo B mostrando a VSI no “olho safênico”.



Fonte: Autoria própria.

Por esse exame, a VSI é facilmente identificada na coxa dentro do compartimento safeno denominado “olho safênico” ou “olho egípcio” (figura 4), o que não acontece ao nível do joelho, onde é usado como referência para sua identificação o triângulo formado pela tíbia, músculo gastrocnêmico medial e a fáscia muscular superficialmente. No presente estudo, o exame foi realizado de acordo com a literatura (SEIDEL *et al.*, 2015).

Há uma forte relação entre a DVC e a insuficiência da VSI, sendo que a incompetência da JSF associada ao refluxo da VSI é a causa mais comum de varizes e insuficiência venosa crônica (LABROPOULOS *et al.*, 1994).

Em um estudo envolvendo padrões de refluxo da VSI em homens com insuficiência venosa crônica, com 369 membros inferiores analisados de 207 pacientes tendo idades entre 23 e 85 anos (média 48), 108 (29,3%) foram classificados, de acordo com CEAP, como C<sub>0</sub> ou C<sub>1</sub>; 222 (60,2%) como C<sub>2</sub> ou C<sub>3</sub>; e 39 (10,6%) como C<sub>4</sub> a C<sub>6</sub>. Observou-se que 100% dos pacientes com doença grave (C<sub>4,5,6</sub>) apresentaram refluxo da VSI e, nesses pacientes, foi identificada a predominância do refluxo na JSF em 64% dos MMII. Então, concluiu-se que nas formas clínicas mais avançadas da DVC (C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>) é maior o envolvimento da JSF. (ENGELHORN *et al.*, 2016)

#### 2.1.7 Perfil do Paciente

Vários trabalhos tentam identificar o perfil do paciente com DVC e, a grande maioria apresenta achados semelhantes em suas amostras. Em um estudo com 88 pacientes, 87,5% eram do sexo feminino e a maioria concentrada na faixa etária entre 30 e 50 anos. Quanto à escolaridade, 55,7% tinham primário incompleto e 51,1% tinham renda mensal individual menor que R\$ 400,00 reais. Quando estratificados na classificação CEAP, os pacientes C<sub>4</sub> (alterações cutâneas) eram os que mais procuravam a unidade básica de saúde em 28,4%, com úlcera de estase cicatrizada C<sub>5</sub> em 15,9% e úlcera aberta C<sub>6</sub> de 2,3% (SANTOS; PORFÍRIO; PITTA, 2009).

Outro exemplo, presente na literatura, é uma pesquisa sobre características sociodemográficas e clínicas da úlcera de perna em 87 pacientes com média de idade de 66,7 anos, onde houve uma associação com insuficiência venosa crônica em 70,9% dos casos. E, ainda, observou-se que o tempo médio de existência da enfermidade de 5,5 anos, sendo que 38 (69%) dos participantes apresentavam insuficiência venosa crônica com úlceras ativas ou cicatrizadas com recidivas frequentes, podendo alcançar até 35 anos de convívio com a DVC. Outro dado importante é que a maioria era do sexo feminino, com renda de um a três salários mínimos (SILVA *et al.*, 2011).

A maioria das publicações apresenta uma tendência de perfil do paciente com DVC grave (C<sub>4,5,6</sub>) apresentando sequelas e alterações de pele, onde são mais acometidas as mulheres, multíparas, com idade em torno de 50 anos, com tendência à obesidade, de baixa renda e pouca escolaridade. E, também, com maior probabilidade de associação de insuficiência de VSI e perfurantes de perna.

## 2.2 Análise Multivariada

### 2.2.1 Introdução

Ao se tomar uma decisão, muitos fatores costumam estar envolvidos nela, porém nem todos têm a mesma importância. Quando a intuição é utilizada na tomada de decisão, nem todos os fatores costumam ser identificados, ou seja, não serão definidas todas as variáveis que afetam tal decisão. Assim, também, nota-se que um grande número de variáveis envolve os acontecimentos sejam elas culturais ou naturais.

A Análise Multivariada utiliza métodos estatísticos para descrever e analisar dados de muitas variáveis simultaneamente. A necessidade de entender o relacionamento entre diversas variáveis aleatórias faz da Análise Multivariada uma metodologia com grande potencial de aplicação, principalmente na época atual devido à computação veloz e de baixo custo.

A Análise Multivariada trata, principalmente, dos problemas relacionados com:

- Reconhecimento e classificação de padrões (presente caso);
- Análise das estruturas de covariância de um vetor aleatório;
- Análise de Agrupamento;
- Análise de Correlação Canônica.

E ainda segundo Pla (1986), a Análise Multivariada pode ser usada para:

- Encontrar a adequação de representar o universo de estudo, simplificando a estrutura dos dados;
- Classificação: esta análise permite estabelecer as observações dentro de grupos ou, então, concluir que se os indivíduos estão aleatórios no

multiespaço, sendo também possível alocar novos itens em grupos já identificados;

- Análise de independência: tem como objetivo examinar a independência entre as variáveis, a qual abrange desde a independência total até a colinearidade, quando uma delas é combinação linear de outras.

De acordo com Johnson e Wichern (1998), no estudo de problemas que envolvem  $p$  variáveis ( $p \geq 1$ ), tomam-se  $n$  observações de cada vetor aleatório  $\tilde{x}$  a partir da matriz de dados  $X$  de ordem  $n \times p$  constrói-se as técnicas da Análise Multivariada. Assim, as medidas registradas são  $X_{ij}$  com  $j = 1, 2, \dots, p$  e  $i = 1, 2, \dots, n$  que podem ser agrupadas na matriz de dados genérica  ${}_n X_p$ .

$${}_n X_p = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{np} \end{bmatrix} \quad (1)$$

A representação da matriz de dados corresponde a  $n$  observações do vetor aleatório  $\tilde{X}' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$  de dimensão  $p$ , composto por  $p$  variáveis aleatórias. Essa matriz pode ser escrita como  ${}_n X_p = (X_{ij})$ . E como é bem conhecida, essa matriz corresponde a uma amostra aleatória de tamanho  $n$  do vetor  $p$ -dimensional  $\tilde{X}$ .

### 2.2.2 Estatística Descritiva Multivariada

A Ciência Estatística trabalha com amostras. As informações amostrais podem ser resumidas em números sumários conhecidos como estatísticas e que podem resumir as observações multivariadas  $[\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \dots, \tilde{x}_n]$ . Essas estatísticas são usadas nas inferências de parâmetros, ou seja, na estimação do vetor médio populacional  $\tilde{\mu}$ , da matriz de covariância  $\Sigma$  ou da matriz de correlação  $\rho$ . Assim, o vetor médio  $\tilde{\mu}$  deve ser estimado pelo vetor amostral  $\tilde{\bar{X}}$ , definido pela expressão:

$$\bar{X}_{\sim} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2)$$

Portanto, o vetor médio  $\mu = E(x)$  é estimado por  $\bar{X}_{\sim}$  onde  $x_i$  com  $i=1,2,\dots,n$  corresponde às observações amostrais do vetor  $X_{\sim}$  e  $n$  é o tamanho da amostra observada. Outros parâmetros de uma população multivariada com função  $f(x)$  podem ser avaliados. Tais como a matriz de covariância  $\Sigma$  do vetor  $X_{\sim}$ , que é definida por:

$$\Sigma = V(x) = E\left[(x-\mu)(x-\mu)'\right] = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \cdots & \sigma_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{p1} & \sigma_{p2} & \cdots & \sigma_p^2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

com  $\sigma_i^2 = E[(x_i - \mu_i)^2]$  e  $\text{cov}(x_i, x_j) = \sigma_{ij} = E[(x_i - \mu_i)(x_j - \mu_j)]$  onde se tem na diagonal principal as variâncias das variáveis aleatórias e, fora da diagonal principal, as covariâncias entre elas. E, a matriz de correlação  $\rho$ , definida por:

$$\rho = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1p} \\ \rho_{21} & 1 & \cdots & \rho_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{p1} & \rho_{p2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

onde  $\rho_{ij} = \frac{\text{cov}(x_i, x_j)}{\sigma_i \sigma_j}$  com  $i=1,2,\dots,p$  com as correlações entre as variáveis fora da diagonal principal. Então estes parâmetros,  $\Sigma$  e  $\rho$ , são estimados, respectivamente, pela matriz de covariância amostral  $S$  e pela matriz de correlação amostral  $R$  ou  $\hat{\rho}$ , cujas expressões são:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (\tilde{x}_i - \bar{x})(\tilde{x}_i - \bar{x})'}{n-1} = \begin{bmatrix} s_1^2 & s_{12} & \cdots & s_{1p} \\ s_{21} & s_2^2 & \cdots & s_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{p1} & s_{p2} & \cdots & s_p^2 \end{bmatrix} \quad (5)$$

sendo  $s_j^2$  a variância amostral da variável aleatória  $X_j$ , com expressões

$$s_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{n-1} \quad (6)$$

e  $s_{jk}$  a covariância amostral entre as variáveis aleatória  $x_j$  e  $x_k$ , ou seja,

$$s_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k)}{n-1} \quad (7)$$

e

$$R = \hat{\rho} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & \cdots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

As correlações amostrais fora da diagonal principal são dadas pelo quociente entre a covariância amostral e o produto dos desvios padrões amostrais, ou seja:

$$r_{jk} = \frac{s_{jk}}{s_j s_k} \quad \text{para } j \neq k \quad (9)$$

Esses estimadores são os melhores para se determinar os parâmetros  $\mu$ ,  $\Sigma$  e  $\rho$ . Os dois primeiros são UMVU (Estimadores Uniformemente de Mínima Variância não-viciado) e o último é EMV (Estimador de Máxima Verossimilhança).

Na Análise Multivariada é preferível se trabalhar com a matriz de correlação  $R$  ao invés de se trabalhar com a matriz de covariância, pois dessa forma elimina-se o problema com escala diferentes das variáveis.

## **2.3 Reconhecimento de Padrões**

### 2.3.1 Discriminação, Classificação e Reconhecimento de Padrão

Segundo Chaves Neto (1997), estatisticamente, a construção de regras de reconhecimento e classificação de padrões para duas populações podem ser baseadas em quatro métodos principais: Função Discriminante Linear de Fisher, Escore Discriminante Quadrático, Regressão Logística e Método das  $k$ -médias.

### 2.3.2 Análise Discriminante

Segundo Johnson e Wichern (1998), a Análise Discriminante é uma técnica multivariada que tem por objetivo tratar dos problemas relacionados a separar conjuntos distintos de objetos (itens ou observações) e alocar novos objetos em conjuntos previamente definidos. Quando empregada como procedimento de classificação não é uma técnica exploratória, uma vez que ela conduz a regras bem definidas, as quais podem ser utilizadas para classificação de outros objetos.

Tem como objetivos imediatos, quando usada para discriminação e classificação, os seguintes:

1. Descrever algébrica ou graficamente as características diferenciais dos objetos (observações) de várias populações conhecidas a fim de achar “discriminantes” cujos valores numéricos sejam tais que as populações possam ser separadas tanto quanto possível.

2. Agrupar os objetos (observações) dentro de duas ou mais classes determinadas. Tenta-se encontrar uma regra que possa ser usada na alocação ótima de um novo objeto (observação) nas classes consideradas. Uma função que separa pode servir para alocar um objeto e, da mesma forma, uma regra alocadora pode sugerir um procedimento discriminatório.

Na prática, os objetivos 1 e 2, frequentemente, sobrepõem-se e a distinção entre separação e alocação torna-se confusa.

A Análise Discriminante foi originalmente desenvolvida na Botânica tendo por objetivo fazer a distinção de grupos de plantas com base no tamanho e no tipo de folha o que tornaria possível, posteriormente, classificar as novas espécies encontradas. Segundo (LIMA, 2002) em 1936, Fischer foi responsável pelo desenvolvimento da análise para dois grupos.

### 2.3.3 Problema Geral da classificação com várias populações

Considere:

- $f_i(\underline{X})$  a função densidade de probabilidade associada à população  $\Pi_i$ , com  $i = 1, \dots, g$ ;
- $p_i$  a probabilidade a priori da observação pertencer à população  $\Pi_i$ ;
- $R_k$  o conjunto dos  $\underline{X}$  classificados em  $\Pi_k$ ;
- $c(k|i)$  o custo de classificação de uma observação em  $\Pi_k$  quando na verdade pertence a  $\Pi_i$ , com  $i = 1, \dots, g$  e  $c(i|i) = 0$  e
- $P(k|i)$  a probabilidade de se classificar uma observação de  $\Pi_i$  em  $\Pi_k$  sendo:

$$P(k|i) = \int_{R_k} f_i(\underline{X}) dx \quad i = 1, \dots, g \quad (10)$$

O Custo Esperado de Reconhecimento Errado (*ECM*) ao se classificar  $\underline{X}$  de  $\Pi_i$  em  $\Pi_k$ , com  $k = 1, \dots, g$  é dado por:

$$ECM(1) = P(2|1)c(2|1) + P(3|1)c(3|1) + \dots + P(g|1)c(g|1) = \sum_{k=2}^g P(k|1)c(k|1) \quad (11)$$

De maneira análoga, obtém-se o  $ECM(2)$ ,  $ECM(3)$ , ...,  $ECM(g)$ . Considerando que  $ECM(k)$  ocorre com probabilidade  $p_k$  com  $k = 1, 2, \dots, g$  então:

$$ECM = p_1 ECM(1) + p_2 ECM(2) + \dots + p_g ECM(g) \quad (12)$$

logo,

$$ECM = p_1 \left( \sum_{k=2}^g P(k|1)c(k|1) \right) + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq 2}}^g P(k|2)c(k|2) + \dots + \sum_{k=1}^{g-1} P(k|g)c(k|g) \quad (13)$$

A regra de classificação consiste em se determinar  $R_k$  (com  $k = 1, 2, \dots, g$ ) que tornem o ECM mínimo tanto quanto possível, isto significa alocar  $\tilde{X}$  na população  $\Pi_k$  de forma que:

$$ECM(\pi_k) = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq 2}}^g P_i f(\tilde{X}) c(k|i) \quad (14)$$

Seja o menor valor possível, em caso de empate,  $\tilde{X}$  pode ser classificado em qualquer uma das duas populações para as quais o empate ocorre.

No caso de todos os custos serem iguais, é suficiente alocar  $\tilde{X}$  na população  $\Pi_k$  em que:

$$\sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k}}^g P_i f(\tilde{X}) \quad (15)$$

é mínimo. Mas essa quantidade será menor quando o termo excluído  $P_i f_k(\tilde{X})$  for maior. Assim, a regra de classificação do ECM mínimo com custos iguais por falhas de classificação é alocar  $\tilde{X}$  em  $\Pi_k$  se:

$$P_k f_k(\tilde{X}) > P_i f_i(\tilde{X}) \quad \text{para todo } i \neq k \quad (16)$$

ou, alternativamente, alocar  $\tilde{X}$  em  $\Pi_k$  se:

$$\ln P_k f_k(\tilde{X}) > \ln P_i f_i(\tilde{X}) \quad \text{para todo } i \neq k \quad (17)$$

#### 2.3.4 Análise Discriminante para Duas Populações – Método de Fischer

A ideia de Fischer foi transformar observações multivariadas  $\tilde{X}$ 's em observações univariadas  $Y$ 's tais que os  $Y$ 's das populações  $\Pi_1$  e  $\Pi_2$  sejam

separadas tanto quanto possível. Fischer tomou combinações lineares de  $\tilde{X}$  para criar os  $Y$ 's, dado que as combinações lineares são funções de  $\tilde{X}$  e por outro lado são de fácil cálculo. Assim sendo  $\mu_{1y}$  a média dos  $Y$ 's obtidos dos  $\tilde{x}$ 's pertencentes a  $\Pi_1$  (população 1) e  $\mu_{2y}$  a média dos  $Y$ 's obtidos dos  $\tilde{x}$ 's pertencentes a  $\Pi_2$  (população 2), Fischer selecionou a combinação linear que maximiza a distância quadrática entre  $\mu_{1y}$  e  $\mu_{2y}$  relativamente à variabilidade dos  $Y$ 's. Assim, seja:

$$\mu_1 = E(\tilde{X}|\Pi_1) = \text{valor esperado em uma observação multivariada em } \Pi_1. \quad (18)$$

$$\mu_2 = E(\tilde{X}|\Pi_2) = \text{valor esperado de uma observação multivariada em } \Pi_2. \quad (19)$$

e supondo a matriz de covariância  $\Sigma = E\left[(\tilde{X} - \mu_i)(\tilde{X} - \mu_i)'\right]$   $i = 1, 2$  como sendo a mesma para as duas populações, e ainda considerando a combinação linear:

$$Y_{1 \times 1} = c'_{1 \times p} \tilde{X}_{p \times 1} \quad (20)$$

tem-se:

$$\mu_{1y} = E(Y|\Pi_1) = E(c' \tilde{X}|\Pi_1) = c' E(\tilde{X}|\Pi_1) = c' \mu_1 \quad (21)$$

$$\mu_{2y} = E(Y|\Pi_2) = E(c' \tilde{X}|\Pi_2) = c' E(\tilde{X}|\Pi_2) = c' \mu_2 \quad (22)$$

e

$$V(Y) = \sigma_y^2 = V(c' \tilde{X}) = c' V(\tilde{X}) c = c' \Sigma c \quad (23)$$

que é supostamente a mesma para ambas as populações. Então, segundo Fischer, a melhor combinação linear é a derivada da razão entre o “quadrado da distância entre as médias” e a “variância de  $Y$ ”.

$$\frac{(\mu_{1y} - \mu_{2y})^2}{\sigma_y^2} = \frac{(c' \mu_1 - c' \mu_2)^2}{c' \Sigma c} = \frac{c' (\mu_1 - \mu_2) (\mu_1 - \mu_2)' c}{c' \Sigma c} = \frac{(c' \delta)^2}{c' \Sigma c} \quad (24)$$

Assim, como  $\delta = \mu_1 - \mu_2$  e  $Y = c' \tilde{X}$  tem-se que  $\frac{(c' \delta)^2}{c' \Sigma c}$  é maximizada por:

$$\tilde{c} = k\Sigma^{-1} \tilde{\delta} = k\Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2) \quad \text{para qualquer } k \neq 0. \quad (25)$$

Logo por multiplicidade com  $k = 1$  tem-se:

$$\tilde{c} = \Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2) \text{ e } Y = \tilde{c}' X = (\mu_1 - \mu_2)' \Sigma^{-1} X, \quad (26)$$

que é conhecida como Função Discriminante Linear de Fisher. Ela transforma as populações multivariadas  $\Pi_1$  e  $\Pi_2$  em populações univariadas, tais que as médias destas populações são separadas tanto quanto possível relativamente à variância populacional, considerada comum. E, para classificar a observação multivariada  $x_0$  usa-se o modelo:

$$y_0 = (\mu_1 - \mu_2)' \Sigma^{-1} x_0 \quad (27)$$

onde  $y_0$  é o valor da Função Discriminante de Fisher para a nova observação  $x_0$ , e considerando-se o ponto médio entre as médias das duas populações univariadas,

$$m = \frac{1}{2} (\mu_{1y} + \mu_{2y}), \quad (28)$$

como

$$m = \frac{1}{2} (\tilde{c}'_1 \mu_1 + \tilde{c}'_2 \mu_2), \quad (29)$$

$$m = \frac{1}{2} \left[ (\mu_1 - \mu_2)' \Sigma^{-1} \mu_1 + (\mu_1 - \mu_2)' \Sigma^{-1} \mu_2 \right] \quad (30)$$

$$m = \frac{1}{2} \left[ (\mu_1 - \mu_2)' \Sigma^{-1} (\mu_1 + \mu_2) \right] \quad (31)$$

tem-se que:

$$E(y_0 | \Pi_1) - m \geq 0 \quad (32)$$

e

$$E(y_0 | \Pi_2) - m < 0 \quad (33)$$

ou seja, se  $\tilde{x}_0$  pertence a  $\Pi_1$  espera-se que  $y_0$  seja igual ou maior do que o ponto médio  $m$ . Por outro lado se  $\tilde{x}_0$  pertence a  $\Pi_2$ , o valor esperado de  $y_0$  será menor que o ponto médio. Portanto, a regra de classificação é:

- alocar  $\tilde{x}_0$  em  $\Pi_1$  se  $y_0 - m \geq 0$ ;
- alocar  $\tilde{x}_0$  em  $\Pi_2$  se  $y_0 - m < 0$ .

Os parâmetros  $\mu_1$ ,  $\mu_2$  e  $\Sigma$  geralmente são desconhecidos. Então, supondo que se tem  $n_1$  observações da variável aleatória multivariada  $\tilde{x}_1$  de dimensão  $p$ , ou seja, tem-se uma amostra aleatória da população  $\Pi_1$  e  $n_2$  observações da variável aleatória multivariada  $\tilde{x}_2$  de dimensão  $p$  que corresponde a uma amostra aleatória de população  $\Pi_2$ , os resultados amostrais correspondentes são:

$$\bar{\tilde{x}}_1 = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} \tilde{x}_{i1}; \quad S_1 = \frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (\tilde{x}_{i1} - \bar{\tilde{x}}_1)(\tilde{x}_{i1} - \bar{\tilde{x}}_1)' \quad (34)$$

$$\bar{\tilde{x}}_2 = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} \tilde{x}_{i2}; \quad S_2 = \frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=1}^{n_2} (\tilde{x}_{i2} - \bar{\tilde{x}}_2)(\tilde{x}_{i2} - \bar{\tilde{x}}_2)' \quad (35)$$

Assumindo que as populações sejam assemelhadas, é natural considerar a variância como a mesma, daí estima-se a matriz de covariância comum  $\Sigma$  pela matriz de covariância amostral calculada com as amostras conjuntas,

$$S_p = \frac{(n_1 - 1)S_1 + (n_2 - 1)S_2}{(n_1 + n_2 - 2)} \quad (36)$$

que é um estimador não-viciado daquele parâmetro  $\Sigma$ .

Consequentemente, a Função Discriminante Linear de Fischer Amostral é dada por:

$$\hat{Y} = \hat{c} X = (\bar{\tilde{x}}_1 - \bar{\tilde{x}}_2)' S_p^{-1} \tilde{x} \quad (37)$$

e a estimativa do ponto médio entre as duas médias amostrais univariadas,

$$\bar{y}_1 = \hat{c} \bar{\tilde{x}}_1 \quad (38)$$

e

$$\bar{y}_2 = \hat{c}' \bar{x}_2 \quad (39)$$

é dada por:

$$\hat{m} = \frac{1}{2}(\bar{y}_1 + \bar{y}_2) = \frac{1}{2} \left[ (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' S_p^{-1} \bar{x}_1 + (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' S_p^{-1} \bar{x}_2 \right] \quad (40)$$

$$\hat{m} = \frac{1}{2} (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' S_p^{-1} (\bar{x}_1 + \bar{x}_2)$$

Finalizando, a regra de classificação do item caracterizado pelo vetor  $x_0$  é:

➤ Se  $\hat{y}_0 - \hat{m} \geq 0$  então  $x_0$  é alocado em  $\Pi_1$

ou

➤ Se  $\hat{y}_0 - \hat{m} < 0$  então  $x_0$  é alocado em  $\Pi_2$

A combinação linear particular  $Y = \hat{c}' x = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' S_p^{-1} x$  maximiza a razão:

$$\frac{(\bar{y}_1 - \bar{y}_2)^2}{S_y^2} = \frac{(\hat{c}_1 \bar{x}_1 - \hat{c}_2 \bar{x}_2)}{\hat{c}' S_p \hat{c}} = \frac{(\hat{c}' d)^2}{\hat{c}' S_p \hat{c}} \quad (41)$$

onde:

$$d = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 \quad (42)$$

e

$$S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (y_{i1} - \bar{y}_1)^2 + \sum_{i=1}^{n_2} (y_{i2} - \bar{y}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (43)$$

### 2.3.5 Discriminação entre Diversas Populações

O método anterior que é válido para duas populações  $g=2$ , pode ser estendido para diversas populações  $g \geq 2$ . O primeiro objetivo de Fischer com o método foi o de separar populações, podendo ser usado também para classificar novos itens em uma das populações. Esse método não necessita da suposição de que as diversas populações sejam normais multivariadas, porém é necessário

assumir que as matrizes de covariância populacionais sejam iguais, ou seja,  $\Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_g = \Sigma$ .

Assim é preciso testar a hipótese de igualdade das matrizes de covariância, ou seja,  $H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_g = \Sigma$ . Então tem-se o seguinte teste:

- Hipótese nula:  $H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_g = \Sigma$
- Hipótese alternativa: Pelo menos uma das matrizes é diferente das demais.

A estatística de teste é:

$$\text{Estatística de Teste } M = \left( \frac{|S_i|}{|S_p|} \right)^{\frac{(n_i-1)}{2}}$$

onde:

$S_i$  é a estimativa da matriz de covariância do grupo  $i$ ;

$S_p$  é a estimativa da matriz de covariância conjunta;

$n_i$  é o número de observações do grupo  $i$ . (tamanho da amostra)

A transformação logarítmica de  $M$  conduz a estatística abaixo que é o tratamento matemático mais adequado:

$$B = (1 - c) \left\{ \left[ \sum_{i=1}^g (n_i - 1) \right] \ln |S_p| - \sum_{i=1}^g [(n_i - 1) \ln |S_i|] \right\} \sim \chi_{\frac{1}{2}p(p+1)(g+1)}^2 \quad (44)$$

$$c = \left[ \sum_{i=1}^g \frac{1}{n_i - 1} - \frac{1}{\sum_{i=1}^g (n_i - 1)} \right] \left[ \frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(g-1)} \right] \quad (45)$$

onde

$p$  é a dimensão do vetor  $\tilde{x}$  (número de variáveis);

$n_i$  é o tamanho do grupo  $i$ ;

$g$  é o número de grupos.

Então uma vez aceita a hipótese nula  $H_0$  de igualdade entre as matrizes de covariância, seja  $\bar{\mu}$  o vetor médio dos diversos grupos (populações), representado por:

$$\bar{\mu} = \frac{1}{g} \sum_{i=1}^g \mu_i \quad (46)$$

e  $B_0$  a matriz “Soma de produtos cruzados entre grupos populacionais” tal que:

$$B_0 = \sum_{i=1}^g (\mu_i - \bar{\mu})(\mu_i - \bar{\mu})' \quad (47)$$

a combinação linear  $Y = c' X$  tem por esperança:

$$E(Y) = c' E(X|\Pi_i) = c' \mu_i \quad (48)$$

para população  $\Pi_i$  e variância:

$$V(Y) = \sigma_y^2 = c' V(X) c = c' \Sigma c \quad (49)$$

para todas as populações. Desta forma, o valor esperado  $\mu_{iy} = c' \mu_i$  muda quando a população da qual  $X$  selecionado muda. Tem-se então uma média global:

$$\bar{\mu}_y = \frac{1}{g} \sum_{i=1}^g \mu_{iy} = c' \bar{\mu} \quad (50)$$

e a razão entre a “Soma dos quadrados das distâncias das populações para a média global” e a variância de  $Y'$  é  $\frac{c' B_0 c}{c' \Sigma c}$ , que é uma generalização multigrupal do caso de

duas populações. Medindo a variabilidade entre grupos de valores (escores)  $Y$  relativamente à variabilidade comum dentro dos grupos, da mesma forma do que no caso de duas populações, pode-se selecionar  $c$  que maximiza esta razão. É conveniente normalizar  $c$  tal que  $c' \Sigma c = 1$ .

Sejam  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_s \geq 0$  os  $s \leq \min(g-1, p)$  autovalores não-nulos de  $\Sigma^{-1} B_0$  e  $e_1, e_2, \dots, e_s$  os correspondentes auto vetores (escalonados tais que  $c' \Sigma c = 1$ ). Então,

é fácil provar que o vetor de coeficientes  $c$  que maximiza  $\frac{c' B_0 c}{c' \Sigma c}$  é dado por  $c_1 = e_1$ .

A combinação linear  $c_1' X$  é chamada de primeira discriminante e de forma idêntica,

pode-se generalizar para o  $k$ -ésimo discriminante com  $c_k = e_k$ , com  $k = 1, 2, \dots, s$ . Como geralmente  $\Sigma$  e  $\mu_i$  não são conhecidas, tomam-se amostras aleatórias de tamanho  $n_i$  das populações  $\Pi_i, i = 1, 2, \dots, g$  e denotamos o conjunto de dados da população  $\Pi_i, i = 1, 2, \dots, g$ , por  $Y_p$  tem-se os estimadores dos parâmetros  $\mu_i$  e  $\bar{\mu}$  dados por:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \quad (51)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^g n_i \bar{x}_i}{\sum_{i=1}^g n_i} = \frac{\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}}{\sum_{i=1}^g n_i} \quad (52)$$

A Matriz “Soma de produtos cruzados entre grupos”  $B_0$  é estimada por:

$$\hat{B}_0 = \sum_{i=1}^g (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{x}_i - \bar{x})' \quad (53)$$

é um estimador para  $\Sigma$  pode ser obtido com base na matriz  $W$ .

$$W = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x})(x_{ij} - \bar{x})' = \sum_{i=1}^g (n_i - 1)S_i \quad (54)$$

Consequentemente,

$$\frac{W}{n_1 + n_2 + \dots + n_g - g} = \frac{(n_1 - 1)S_1 + (n_2 - 1)S_2 + \dots + (n_g - 1)S_g}{n_1 + n_2 + \dots + n_g - g} = S_p \quad (55)$$

Assim, o mesmo  $\hat{c}$  que maximiza a razão  $\frac{\hat{c}' B_0 \hat{c}}{\hat{c}' S_p \hat{c}}$  também maximiza  $\frac{\hat{c}' B_0 \hat{c}}{\hat{c}' W \hat{c}}$ .

Logo, apresentar-se-á otimizante  $\hat{c}$  na forma mais usual, que é o autovalor  $\hat{e}_i$  da matriz  $W^{-1} B_0$ , porque se  $W^{-1} B_0 \hat{e} = \hat{\lambda} \hat{e}$  então  $S_p^{-1} \hat{B}_0 \hat{e} = \hat{\lambda} (n_1 + n_2 + \dots + n_g - g) \hat{e}$ , portanto, concluindo que sejam  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_s > 0$  os autovalores não nulos de  $W^{-1} B_0$  e  $\hat{e}_1, \hat{e}_2, \dots, \hat{e}_s$  os correspondentes autovalores, sendo  $s \leq \min(g-1, p)$  e  $\hat{e}_i$  normalizado

tal que  $\hat{e}_i' S_p \hat{e}_i = 1$ ; então o vetor de coeficientes que maximiza a razão citada acima é  $\hat{c}_1 = \hat{e}_1$  e a combinação linear  $\hat{e}_1' x$  é chamada primeira discriminante amostral. Generalizando, tem-se no passo  $k$  o  $k$ -ésimo discriminante amostral  $\hat{e}_k' x$ ,  $k \leq s$ .

### 2.3.6 Escore Discriminante Quadrático De Classificação

Quando a hipótese nula,  $H_0$ , enunciada no item (2.3.5) não é aceita, uma das alternativas é optar-se pela técnica do escore discriminante quadrático de classificação. Considere o vetor de variáveis aleatórias  $X$  de populações com distribuição normal multivariada com média  $\mu_i$  e matriz de covariância  $\Sigma_i$ , ou seja,

$$f_i(X) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma_i|} \exp \left[ -\frac{1}{2} (X - \mu_i)' \Sigma_i^{-1} (X - \mu_i) \right], \quad i = 1, 2, \dots, g \quad (56)$$

em que  $\mu_i = E(x | \Pi_i)$  é o vetor de médias e  $V(x | \Pi_i) = \Sigma_i$  é a matriz de covariância.

Tem-se ainda que os custos  $c(i|i) = 0$  e  $c(k|i) = 1, k \neq i, k = 1, 2, \dots, g$  e da equação (2.21), a regra de classificar fica:

alocar  $X$  em  $\Pi_k$  se

$$\ln p_i f_i(X) = \ln p_i - \left( \frac{p}{2} \right) \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \ln |\Sigma_i| - \frac{1}{2} (X - \mu_i)' \Sigma_i^{-1} (X - \mu_i), \quad i = 1, 2, \dots, g \quad (57)$$

Na equação pode-se ignorar a constante  $\left( \frac{p}{2} \right) \ln(2\pi)$  já que é a mesma para todas as populações. Define-se, então, o escore discriminante quadrático de classificação  $d_i^Q$  para a população  $\Pi_i$  como:

$$d_i^Q(X) = \frac{1}{2} \ln |\Sigma_i| - \frac{1}{2} (X - \mu_i)' \Sigma_i^{-1} (X - \mu_i) + \ln p_i, \quad i = 1, 2, \dots, g \quad (58)$$

Com várias populações normais, a regra de classificação consiste em classificar  $X$  em  $\Pi_k$  se:

$$d_i^Q(X) = \max_i d_i^Q(X), \quad i = 1, 2, \dots, g \quad (59)$$

Considerando que os parâmetros populacionais em geral não são conhecidos, as equações com os estimadores serão:

$$D_i = \frac{1}{2} \ln |S_i| - \frac{1}{2} (\tilde{X} - \overline{\tilde{X}}_i)' S_i^{-1} (\tilde{X} - \overline{\tilde{X}}_i) + \ln p_i, \quad i = 1, 2, \dots, g \quad (60)$$

onde:

$\overline{\tilde{X}}_i$  é o vetor médio do grupo  $i$ ,

$S_i$  é a matriz de covariância do grupo  $i$ .

$P_i$  é a probabilidade a priori de um indivíduo ser classificado no grupo  $i$ .

## 2.4 Regressão Logística

### 2.4.1 Introdução

A função Logística surgiu em 1845, ligada a problemas de crescimento demográfico. Em tais aspectos esta função desempenha um papel importante. A partir da década de 30 esta metodologia passou a ser aplicada no âmbito da biologia (LIMA, 2002).

A regressão logística vem sendo utilizada não só em Engenharia de Produção, mas também nas mais diversas áreas. Este método, assim como a regressão linear e múltipla, estuda a relação entre uma variável resposta e uma ou mais variáveis independentes. A diferença entre estas técnicas de regressão se deve ao fato de que na regressão logística as variáveis dependentes estão dispostas em categorias discriminatórias enquanto na regressão linear estas variáveis são dados contínuos. Outra diferença é que na regressão logística a resposta pode ser entendida como uma probabilidade de ocorrência  $p \in [0,1]$ , enquanto na regressão linear obtém-se um valor numérico  $p \in \mathfrak{R}$ .

### 2.4.2 Modelo De Regressão Logística

Seja uma variável aleatória  $Y$  (dicotômica) e  $\tilde{X}' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$  um vetor de dimensão  $p$ , composto de variáveis aleatórias independentes e ainda tomando-se  $n$

observações independentes de  $Y$  e  $X_i$  com  $i=1, 2, \dots, p$ , pode-se escrever o modelo de Regressão Logística, na forma:

$$P(\tilde{X}) = \frac{e^{\beta' \tilde{X}}}{1 + e^{\beta' \tilde{X}}} = \frac{1}{1 + e^{-\beta' \tilde{X}}} \quad (61)$$

onde:  $\beta' = [\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p]$  e  $\tilde{X}' = [1, X_1, \dots, X_p]$

Segundo Johson & Wichern, (1998), esse modelo é o mais apropriado no caso da variável dependente ser dicotômica, pois a Regressão Logística estima diretamente a probabilidade de ocorrência de um evento. Estes autores, também salientam que a estimação dos parâmetros deve ser feita pelo método da máxima verossimilhança, sendo o mais recomendado quando dispõe-se de observações individuais da ocorrência ou não de determinado evento.

#### 2.4.3 Modelo De Regressão Logística Simples

Seja a amostra aleatória composta de  $n$  pares de observações  $(X_i, Y_i)$  com  $i = 1, 2, \dots, n$ , onde os  $Y$ 's representam os valores observados de uma variável dicotômica, e os  $X$ 's representam os valores observados de uma única variável independente.

Assim o modelo  $P(\tilde{X}) = \frac{e^{\beta' \tilde{X}}}{1 + e^{\beta' \tilde{X}}}$ , torna-se:

$$P(Y = 1 | X) = P(X) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X}} = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X)}} \quad (62)$$

Essa expressão fornece a probabilidade condicional de que  $Y$  seja igual a 1, dado o valor de  $X$ , ou seja,  $P(Y = 1 | X)$ . Neste caso é necessário estimar os valores dos parâmetros  $\beta$ 's. Então com isso determinando o modelo de Regressão Logística a probabilidade condicional de que  $Y$  ser igual a 0, é:

$$P(Y = 0|X) = 1 - P(Y = 1|X) \quad (63)$$

Portanto para as  $n$  observações têm-se:

$$P(Y_i = 1|X_i) = P(X_i) \text{ e } P(Y_i = 0|X_i) = 1 - P(X_i) \quad (64)$$

O método da Máxima Verossimilhança é melhor método para se estimar os parâmetros do modelo de Regressão Logística, ou seja, fornece estimativas para os parâmetros que maximizam a probabilidade de obter o conjunto observado de dados.

Uma forma conveniente para expressar a contribuição da função de verossimilhança para os pares  $(X_i, Y_i)$  é através da fórmula:

$$F(X_i) = P(X_i)^{Y_i} [1 - P(X_i)]^{1-Y_i} \quad (65)$$

Desde que assumindo que as observações são independentes, a função de verossimilhança é obtida como o produto dos termos dados na equação (66) como segue:

$$l(\beta) = \prod_{i=1}^n F(X_i) = \prod_{i=1}^n [P(X_i)^{Y_i}][1 - P(X_i)]^{1-Y_i} \quad (66)$$

Os estimadores de Máxima Verossimilhança destes parâmetros são escolhidos de forma a maximizar essa função, ou seja, deseja-se determinar o estimador para  $\beta$  que maximize a expressão anterior. Analisando essa função do ponto de vista matemático é mais fácil trabalhar com o logaritmo da mesma. Assim, tem-se a função de log-verossimilhança dada por:

$$L(\beta) = \ln(l(\beta)) = \ln \left[ \prod_{i=1}^n F(X_i) \right] = \ln \left[ \prod_{i=1}^n [P(X_i)^{Y_i}][1 - P(X_i)]^{1-Y_i} \right] \quad (67)$$

Assim:

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n [Y_i \ln(P(X_i))] + (1 - Y_i) \ln[1 - P(X_i)] \quad (68)$$

Então:

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n \left[ Y_i \ln \frac{e^{-\beta'X}}{1 + e^{-\beta'X}} + (1 - Y_i) \ln \left( 1 - \frac{e^{-\beta'X}}{1 + e^{-\beta'X}} \right) \right] \quad (69)$$

Temos:

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n \left[ Y_i \ln \frac{e^{-\beta'X}}{1 + e^{-\beta'X}} + (1 - Y_i) \ln \left( \frac{1}{1 + e^{-\beta'X}} \right) \right] \quad (70)$$

Mas

$$\ln \left( \frac{e^{-\beta'X}}{1 + e^{-\beta'X}} \right) = \ln e^{-\beta'X} - \ln(1 + e^{-\beta'X}) = \beta'X - \ln(1 + e^{-\beta'X}) \quad (71)$$

e

$$\ln \left( \frac{1}{1 + e^{-\beta'X}} \right) = \ln 1 - \ln(1 + e^{-\beta'X}) = -\ln(1 + e^{-\beta'X}) \quad (72)$$

Substituindo (71) e (72) em (70) temos:

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n [Y_i (\beta'X - \ln(1 + e^{-\beta'X})) + (1 - Y_i) (-\ln(1 + e^{-\beta'X}))] \quad (73)$$

Assim:

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n [Y_i \beta'X - Y_i \ln(1 + e^{-\beta'X}) - \ln(1 + e^{-\beta'X}) + Y_i \ln(1 + e^{-\beta'X})] \quad (74)$$

Concluindo:

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^n [Y_i \beta'X - \ln(1 + e^{-\beta'X})] \quad (75)$$

É possível demonstrar a concavidade global da função de log-verossimilhança sendo, portanto, apenas necessário anular o vetor das primeiras derivadas desta função em relação à  $\beta$  para obter os estimadores de máxima verossimilhança. Assim para determinar o valor de  $\beta$  que maximiza  $L(\beta)$  deve-se derivar  $L(\beta)$  em relação à  $\beta_0$  e  $\beta_1$  e igualar o conjunto de resultados a zero. Desta

forma tem-se a seguir as chamadas equações de verossimilhança, que são derivadas da expressão anterior em relação à  $\beta$ .

$$\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_0} = \sum_{i=1}^n \left( Y_i - \frac{e^{\beta'X}}{1 + e^{\beta'X}} \right) = \sum_{i=1}^n [Y_i - P(X_i)] = 0 \quad (76)$$

e

$$\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_1} = \sum_{i=1}^n \left( X_i \cdot Y_i - X_i \frac{e^{\beta'X}}{1 + e^{\beta'X}} \right) = \sum_{i=1}^n X_i [Y_i - P(X_i)] = 0 \quad (77)$$

Temos que:

$$\sum_{i=1}^n Y_i = \sum_{i=1}^n \frac{e^{\beta'X}}{1 + e^{\beta'X}} = \sum_{i=1}^n P(X_i) \quad (78)$$

O que reflete no fato da soma dos valores observados de Y ser igual a soma dos valores esperados (preditos), mediante a aplicação do modelo obtido. Esta propriedade é importante, pois ajuda avaliar o ajuste do modelo.

O valor de  $\beta$  dado pela solução das equações anteriores é chamado de estimador de máxima verossimilhança, é denotado por  $\hat{\beta} \cdot P(X_i)$ , e representa uma estimativa da probabilidade condicional que Y é igual a 1, são que X é igual a  $X_i$ .

#### 2.4.4 Modelo de Regressão Logístico Múltiplo

Considerando-se uma amostra de  $n$  pares de observações independentes  $(X_i, Y_i)$   $i = 1, 2, \dots, n$ , da mesma forma como ocorreu no caso univariado, item anterior, o ajuste do modelo requer que se obtenha uma estimativa do vetor  $\beta = [\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p]$ . O método de estimação usado no caso multivariado será o mesmo no univariado, ou seja, o da máxima verossimilhança. A função de máxima verossimilhança é aproximadamente idêntica a dada na equação com uma mudança, sendo que  $P(X)$  é definido por:

$$P(Y = 1 | X) = P(X_i) = \frac{e^{\beta X}}{1 + e^{\beta X}} \quad (79)$$

Estimar-se-á (p+1) equações de verossimilhança as quais são obtidas por derivadas da função log-verossimilhança com respeito à (p+1) parâmetros. As equações de verossimilhança resultantes podem ser representadas como:

$$\sum_{i=1}^n [Y_i - P(X_i)] = 0 \quad (80)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} [Y_i - P(X_i)] = 0 \quad (81)$$

para  $j = 1, 2, \dots, p$

Da mesma forma como ocorreu com o modelo univariado, as soluções das equações de verossimilhança requer a utilização de um método iterativo na busca dos parâmetros estimados  $\hat{\beta}'$ .

## 2.5 Avaliação da Função de Classificação

### 2.5.1 Critério TPM (*Total Probability of Misclassification*)

Uma das formas de avaliar o desempenho de um procedimento de reconhecimento de padrões consiste no cálculo da taxa de erro de classificação (*Total Probability of Misclassifications* - TPM) dado por:

$$TPM = p_1 \int_{R_2} f_1(X) dX + p_2 \int_{R_1} f_2(X) dX \quad (82)$$

onde  $p_1$  e  $p_2$  são as probabilidades de uma observação pertencente a  $\Pi_1$  ou a  $\Pi_2$ , respectivamente.

O valor mínimo dessa quantidade, obtido pela escolha adequada das regiões  $R_1$  e  $R_2$ , é chamado de taxa ótima de erro (*Optimum Error Rate* - OER). A OER é dada por:

$$OER = p_1 \int_{R_2} f_1(\tilde{X}) d\tilde{X} + p_2 \int_{R_1} f_2(\tilde{X}) d\tilde{X} \quad (83)$$

onde as regiões são determinadas por:

$$R_1 = \frac{f_1(\tilde{X})}{f_2(\tilde{X})} \geq \frac{p_2}{p_1} \quad \text{e} \quad R_2 = \frac{f_1(\tilde{X})}{f_2(\tilde{X})} < \frac{p_2}{p_1} \quad (84)$$

Assim a OER é a taxa de erro mínima para a regra de classificação TPM. O desempenho da função de classificação da amostra pode, a princípio, ser avaliada pelo cálculo da taxa real de erro (*Actual Error Rate* - AER)

$$AER = p_1 \int_{\hat{R}_2} f_1(\tilde{X}) d\tilde{X} + p_2 \int_{\hat{R}_1} f_2(\tilde{X}) d\tilde{X} \quad (85)$$

onde:  $\hat{R}_1$  e  $\hat{R}_2$  representam as regiões de classificação determinadas pelos tamanhos das amostras  $n_1$  e  $n_2$ , respectivamente.

A AER indica o desempenho da função de classificação da amostra em amostras futuras. Da mesma forma que a taxa OER, não pode, em geral, ser calculada porque depende das f.d.p's  $f_1(\tilde{X})$  e  $f_2(\tilde{X})$  que são desconhecidas. Entretanto uma estimativa da quantidade ligada à taxa de erro real pode ser calculada, e sua estimativa será discutida na sequência.

Há medidas de desempenho que não dependem das f.d.p's e podem ser calculadas por qualquer procedimento de classificação. Por exemplo, a medida, chamada de taxa de erro aparente (*Apparent Error Rate* - APER), é definida como a fração das observações usadas no treinamento das amostras que são incorretamente classificadas pela função de classificação amostral.

A APER pode ser facilmente calculada pela matriz de confusão, a qual mostra a classificação real versus a classificação prevista. Para  $n_1$  observações de  $\Pi_1$  e  $n_2$  observações de  $\Pi_2$ , a matriz de confusão tem a forma dada na tabela a seguir:

**Tabela 1** – Tabela de classificação

Classificação Real	Classificação Prevista	
	$\Pi_1$	$\Pi_2$
$\Pi_1$	$n_{1/1}$	$n_{1/2}$
$\Pi_2$	$n_{2/1}$	$n_{2/2}$

Fonte: Applied Multivariate Statistical Analysis.

onde:

$n_{i/j}$  = números de observações de  $\Pi_i$  classificadas em  $\Pi_j$  e consideradas corretas se  $i = j$  ou incorreta se  $i \neq j$ ;

$n_{1/1}$  = número de itens de  $\Pi_1$  classificadas corretamente como item de  $\Pi_1$ ;

$n_{1/2}$  = número de itens de  $\Pi_1$  classificados incorretamente como item de  $\Pi_2$ ;

$n_{2/2}$  = número de itens de  $\Pi_2$  classificados corretamente como item de  $\Pi_2$ ;

$n_{2/1}$  = número de itens de  $\Pi_2$  classificados incorretamente como item de  $\Pi_1$ .

A taxa aparente de erro (*Apparent Error Rate* – APER) é dada por:

$$APER = \frac{n_{1/2} + n_{2/1}}{n_1 + n_2} \quad (86)$$

Essa taxa deve ser interpretada como a proporção de observações incorretamente classificadas.

A APER é intuitivamente atraente e de cálculo fácil. Infelizmente, é tendenciosa para subestimar a AER, e o problema não desaparece a menos que os tamanhos das amostras  $n_1$  e  $n_2$  sejam grandes. Essencialmente, uma avaliação ótima ocorre porque os dados usados para construir a função de classificação são também usados para sua avaliação.

A taxa de erro estimada pode ser contida, pois são melhores que a taxa de erro aparente, mantendo-se relativa facilidade de cálculo, e não requer a função de distribuição de probabilidade. Um procedimento é dividir a amostra total em uma parte da amostra para treinamento e outra parte para validação. A parte da amostra para um treinamento é usada para construir a função de classificação, e a parte para validação é usada para sua avaliação.

A taxa de erro é determinada pela proporção de classificação errada dentro da amostra considerada. Embora este método supere o problema da tendenciosidade por não usar os mesmos dados para construir e julgar a função de classificação, ele sofre de dois defeitos principais:

1. É necessário uma grande amostra;
2. A função de avaliação não é a função de interesse. E ainda, quase todos os dados devem ser usados para a construção da função de classificação, pois o valor da informação pode ser perdido.

Uma segunda abordagem que funciona muito bem é o procedimento proposto por (LACHENBRUCH, 1975).

### 2.5.2 Abordagem de Lachenbruch (*leave-one-out*)

O método de Lachenbruch, segundo Johnson & Wichern (1998), é uma abordagem estatística empregada para avaliar o desempenho da regra de reconhecimento de padrão e estimar a probabilidade de classificação correta e incorreta em cada grupo, ou seja, uma forma de avaliar a eficiência da regra de classificação.

O algoritmo do referido procedimento é:

1. Inicie com as observações do grupo  $\Pi_1$ , omita uma observação desse grupo, e construa uma função de classificação usando as  $(n_1 - 1)$  e  $n_2$  observações.
2. Classifique a observação retirada, usando a função construída no passo 1.
3. Repita o passo 1 e 2 até que todas as observações de  $\Pi_1$  sejam classificadas.

Seja  $n_{1/2}$  o número de observações reconhecidas erroneamente nesse grupo. Repita os passos de 1 a 3 para as  $n_2$  observações do grupo  $\Pi_2$ .

Seja  $n_{2/1}$  o número de observações reconhecidas erroneamente nesse grupo. Assim as estimativas das probabilidades de classificação incorreta são:

$$P(2/1) = \int_{R_2} f_1(\tilde{X}) d\tilde{X} = \frac{n_{2/1}}{n_1} \quad (87)$$

Classificar em  $\Pi_2$ , quando a observação pertence a  $\Pi_1$ ,

$$P(1/2) = \int_{R_1} f_2(\tilde{X}) d\tilde{X} = \frac{n_{1/2}}{n_2} \quad (88)$$

Classificar em  $\Pi_1$ , quando a observação pertence a  $\Pi_2$ ,

Desta forma a proporção esperada de erro (probabilidade estimada) é dada por:

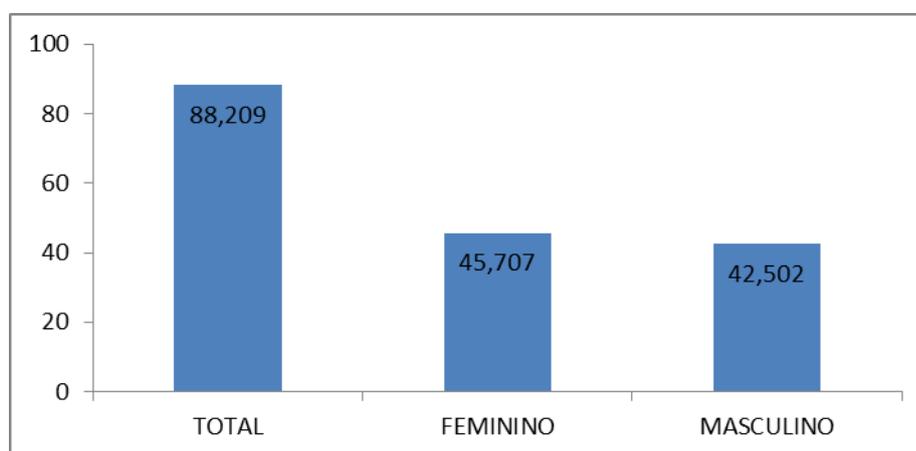
$$\hat{E}(AER) = \frac{n_{1/2} + n_{2/1}}{n_1 + n_2} \quad (89)$$

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Descrição da Região Demográfica

O estudo realizado para a pesquisa foi indutivo, quantitativo e descritivo com levantamento de dados, no período de setembro de 2017 a maio de 2018, os pacientes foram atendidos e selecionados em clínica privada, prestadora de serviço ao CIS-COMCAM (Consórcio Intermunicipal de Saúde da Região da Comcam Paraná), para a realização de exame de ultrassonografia vascular com Doppler (UVD). O CIS-COMCAM tem sede em Campo Mourão-PR, esta é a cidade polo da região denominada COMCAM formada por 25 municípios no centro-oeste ocidental do Paraná. De acordo com os dados do DATASUS (Ministério da Saúde, 2017), a população residente na 11ª Regional de Saúde em Campo Mourão é de 332.246 habitantes e, em particular, a cidade possui 88.209 habitantes, sendo 42.502 do sexo masculino e 45.707 do sexo feminino, representado no gráfico 1. E, ainda, 48,7% da população estão concentrados na faixa de 25 a 59 anos. O IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) da cidade é de 0,757, a cidade ocupa o 25º lugar no estado e o 420º no ranking nacional.

**Gráfico 1** – Número de habitantes em Campo Mourão - PR



Fonte: Autoria própria.

### 3.2 Levantamento de Dados

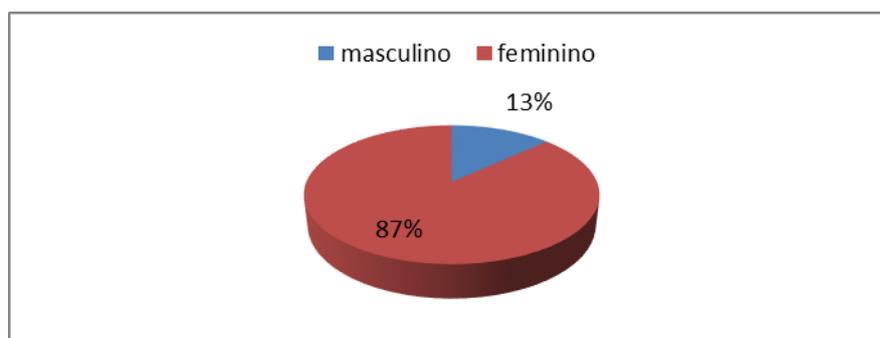
Esse estudo foi registrado na Plataforma Brasil do Ministério da Saúde e submetido à Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica do Paraná (UTFPR), sendo aprovado com CAAE 742283.17.4.0000.5547. Cada paciente identificado com o perfil para a pesquisa foi convidado a participar através do TCLE (Termo de Esclarecimento Livre e Esclarecido), no período de setembro de 2017 a maio de 2018.

Foram incluídos os pacientes consecutivos portadores de varizes primárias com insuficiência de VSI e, obrigatoriamente, refluxo na JSF, apresentando sistema venoso profundo íntegro. Os pacientes com insuficiência arterial e/ou linfática, história de trombose venosa profunda, gestantes, diabéticos, malformação vascular, doentes psiquiátricos e com história de cirurgia prévia de varizes em membros inferiores foram excluídos.

A amostra contou com 123 pacientes dos quais, 32 foram descartados. Eles não conseguiram realizar a manobra de Valsalva satisfatoriamente para medição adequada do refluxo, prejudicando a mensuração do volume de refluxo durante o exame de UVD.

Por conseguinte, o estudo contou com 91 pacientes, 79 eram do sexo feminino e 12 do sexo masculino, conforme o gráfico 2, tendo uma média de idade de 48,13 anos e variando de 26 a 76 anos. A somatória dos membros inferiores estudados é de 117, sendo 67 membros direito e 50 membros esquerdo.

**Gráfico 2** – Distribuição dos pacientes quanto ao sexo



Fonte: Autoria própria.

Uma vez incluído no trabalho, o paciente era submetido a um questionário com dados sociodemográficos, como: idade, sexo, profissão, renda mensal,

escolaridade, peso, altura, índice de massa corpórea (IMC), atividade física, uso de contraceptivo oral, número de gestações e partos, ciclo menstrual e menopausa. Em relação à DVC, os dados coletados foram: tempo de doença, presença de dor e se os sintomas pioravam com o ciclo menstrual, uso de medicação específica, uso de meia elástica, presença de história de trombose venosa profunda, presença de tromboflebite superficial, antecedente de tratamento cirúrgico ou de escleroterapia (aplicação), antecedentes familiares da DVC. Em relação ao tratamento, os pacientes eram questionados a respeito de dificuldades financeiras, de dificuldades de acesso ao tratamento pelo SUS (Sistema Único de Saúde), da condição de convencimento do médico assistente pelo tratamento, da presença de receio ou temores em relação ao tratamento e do conhecimento das complicações da doença. Após essas perguntas, eram preenchidos os itens do exame físico dirigidos pela classificação CEAP.

Na confecção do questionário da pesquisa, vários itens foram listados e incluídos, pois, eram citados e enumerados como fator predisponente e preditivo de piora de DVC. Desse modo, alguns apresentaram maior destaque e foram utilizados na construção do modelo matemático.

A idade é uma variável importante para a prevalência da DVC, sendo que a doença caminha de forma linear com o aumento da faixa etária. O mesmo tem acontecido com o gênero, a literatura demonstra uma preferência da doença pelo sexo feminino e, em algumas séries de estudo, pode ser a grande maioria, atingindo mais de 50% das mulheres e 30% dos homens (LIMA *et al*, 2002).

A escolaridade e a renda caminham juntas no desenvolvimento e agravamento de DVC, em síntese, quanto menor uma pior a outra. A pesquisa de Da Luz Bertoldi e Da Costa (2008) avaliou a doença como um problema de saúde pública estudando sua relação com as condições de trabalho no setor de produção de refeições e evidenciou uma predominância de primeiro grau incompleto para mulheres e de analfabetismo funcional, para os homens.

Para Maranhão Costa *et al*. (2012), no perfil da DVC, as atividades que exigem do indivíduo a permanência por longos períodos em pé ou sentado, contribuem significativamente para o seu desenvolvimento e manutenção. Também, foi relatado que o sedentarismo atinge mais mulheres do que homens.

O IMC, resultado da divisão do peso em Kg pela altura em  $\text{cm}^2$ , pode ser outro fator de acontecimento e piora da DVC. O aumento de peso parece levar ao

aumento do diâmetro da VSI e, conseqüentemente, ao aparecimento de sua insuficiência, mas, para Seidel *et al.* (2011) a prevalência de varizes é semelhante em obesos e não obesos.

A gestação é um fator predisponente, desencadeante e agravante de varizes em membros inferiores devido à alteração hormonal, predisposição hereditária, modificações fisiológicas da circulação pélvica e o aumento da volemia da grávida. A alta prevalência da doença varicosa durante a gestação, a etiopatogenia e os fatores de risco, como a idade e o antecedente familiar, no seu desenvolvimento recomendam a necessidade de utilização de medidas profiláticas que precisam ser indicadas desde o início da gestação e desde a primeira gestação, causando a manutenção da saúde da gestante (BARROS JUNIOR *et al.*, 2010).

A literatura médica cita o sexo feminino, a idade e o número de gestações como fatores importantes para o desenvolvimento da DVC, já que a gravidez aumenta a produção de hormônio e a quantidade de sangue circulante no corpo podendo causar sobrecarga das veias. Há séries de estudo que apresentam 90% das pacientes com gestações, sendo que destas 17% são primigestas, 73% são múltiparas e apenas 10% são nulíparas (DE MORAIS e FERREIRA, 2016).

A hereditariedade ou a herança familiar tem-se mostrado um fator de grande importância no aparecimento da doença. Na pesquisa de De Moraes e Ferreira (2016) sobre o impacto da insuficiência venosa no desempenho funcional em mulheres, observaram a presença de DVC na família em 63% da amostra e, também, 63% apresentava parentesco de primeiro grau.

O índice de massa corporal (IMC) é de fácil aplicação e de baixo custo. No Brasil, o Ministério da Saúde (2006) adota os seguintes pontos de corte de IMC: baixo peso (IMC < 18,5 Kg/cm<sup>2</sup>); eutrofia (IMC 18,5-24,99 Kg/cm<sup>2</sup>); sobrepeso (IMC 25-29,99 Kg/cm<sup>2</sup>) e obesidade (IMC ≥ 30,00 Kg/cm<sup>2</sup>).

Em relação à escolaridade presente no questionário da pesquisa, os pacientes foram selecionados em: sem escolaridade, ensino fundamental, ensino médio e ensino superior.

No aspecto financeiro do paciente, para melhores cálculos, a renda mensal foi transformada em número de salários mínimo. O valor de salário mínimo utilizado foi de R\$ 937,00 (novecentos e trinta e sete reais), esse foi o valor vigente no ano de 2017 por determinação do Decreto Federal nº 8.948/2016.

Para esse estudo, foram utilizados alguns dados sociodemográficos como: gênero, peso (Pe), altura (Al), IMC, idade (Id), renda (Re), escolaridade (Esc), atividade física (AF).

### 3.3 Métodos

#### 3.3.1 Exames para a Coleta de Dados Relacionados Diretamente a DVC

##### 3.3.1.1 Avaliação da dor

A dor é um sintoma de natureza subjetiva de difícil mensuração e não há meio de instrumentos e processos isentos de erros sistemáticos para quantificá-la. A dor é definida como uma experiência sensorial e emocional desagradável que está associada a lesões reais ou potenciais, e cada indivíduo aprende a utilizar esse termo, de acordo com suas experiências. Desse modo, o meio para avaliação deve ser de fácil entendimento para o entrevistado (CHAVES; LEÃO, 2004).

No presente estudo, para investigar a presença de dor, o paciente selecionado foi submetido à Escala Numérica, pois, é de fácil aplicação e compreensão. Na relação médico-paciente, a investigação da dor clínica constitui um desafio. Desse modo, foi escolhido um método simples de mensuração da dor na DVC, a escala de 11 pontos que varia de 0 a 10. O ponto 0 (zero) representa nenhuma dor e 10 (dez) representa o pior sintoma de dor, os demais números da escala representam quantidades intermediárias de dor. (PEREIRA, 1998) (RIGOTTI, 2005) (ANDRADE, 2006)

**Figura 5** – Demonstração da escala numérica de dor



Fonte: Autoria própria.

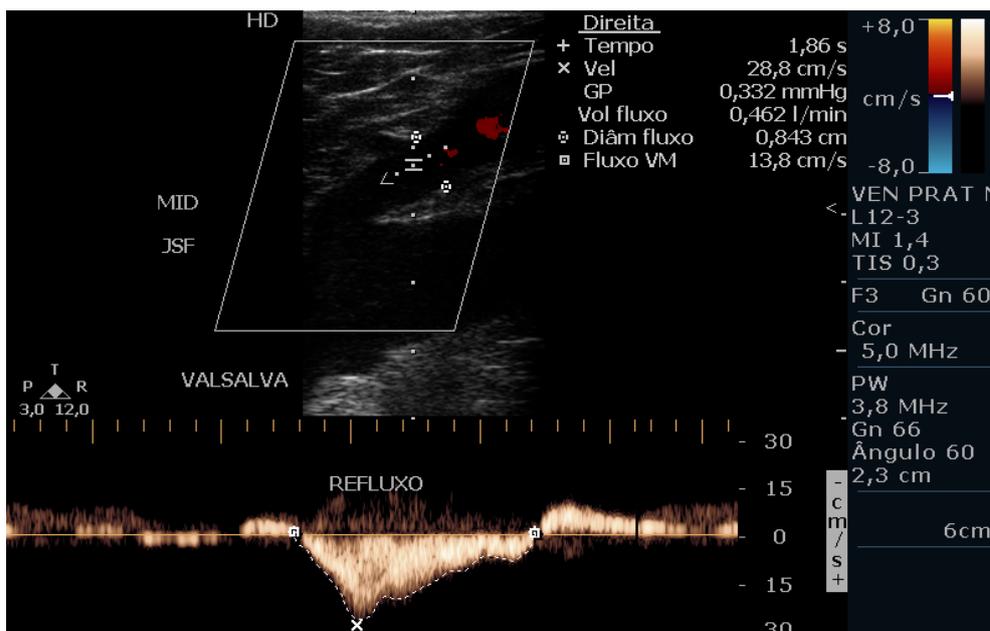
### 3.3.1.2 Avaliação por UVD

No que tange o diagnóstico pelo exame de ultrassonografia vascular com Doppler (UVD), o funcionamento valvular foi avaliado com o auxílio do mapeamento de cores do fluxo, pelas manobras de valsalva e de compressão muscular manual distal ao posicionamento do transdutor, a fim de produzir e detectar refluxo no sistema venoso superficial. O refluxo venoso foi definido como fluxo em sentido inverso com tempo superior a 0,5 segundos. O aparelho ultrassonográfico utilizado foi o PHILIPS HD7, configurado com transdutor linear de 7,5 e 10 MHz. O exame forneceu dados como: o diâmetro da VSI na JSF, a presença de refluxo na junção safenofemoral, tempo de refluxo à manobra de valsalva, volume de refluxo à valsalva, presença de veias perfurantes insuficientes e sistema venoso profundo íntegro. As medidas de diâmetro são apresentadas em centímetros, a velocidade de pico no refluxo em centímetros por segundo e o volume de refluxo venoso em litros por minuto.

Para execução da UVD, os pacientes, sempre, permaneceram em posição ortostática e, invariavelmente, orientados sobre a forma de realização da manobra de valsalva.

A manobra de valsalva é a realização de um esforço expiratório contra a resistência fixa da glote e boca fechadas, isso provoca uma sequência de respostas hemodinâmicas devido ao aumento da pressão intratorácica que ocasionam flutuações da atividade autonômica do coração e vasos sanguíneos, diminuindo o retorno venoso. Isso leva à acumulação do fluxo e efeito retrógrado, causando refluxo nas válvulas venosas insuficientes (AUTONÔMICOS, 1992). Essa manobra está representada e documentada na figura 6 que demonstra o refluxo venoso na análise espectral da JSF.

**Figura 6** – Demonstração do refluxo venoso na análise espectral da JSF.



Fonte: Autoria própria.

Para efeito de cálculo, com o propósito de estabelecer o modelo matemático, foram utilizados os seguintes fatores: tempo de doença, mensuração da dor, história familiar, diâmetro da JSF, presença de veia perforante de perna insuficiente (VPP), classificação clínica da CEAP para DVC, tempo de refluxo (TR), pico de velocidade no refluxo (PVR), volume de refluxo venoso (VRV).

Desse modo, para melhor observação e entendimento da UVD, a tabela 2 demonstra os dados obtidos durante a realização do exame de UVD com os valores da figura 6.

**Tabela 2** – Dados obtidos na UVD.

Dados do UVD	Valores
Diâmetro JSF (cm)	0,84 cm
Tempo de Refluxo (s)	1,86 s
VPS (cm/s)	28,8 cm/s
Volume do Refluxo (L/min)	0,462 L/min

Fonte: Autoria própria.

### 3.3.2 Aplicação dos Métodos de Reconhecimento e Classificação de Padrões

A classificação CEAP divide a apresentação clínica da DVC em sete (7) estágios (C<sub>0</sub>-C<sub>6</sub>) e, dessa maneira, foi aplicada. Na amostra, não houve pacientes

classificados como  $C_0$  e  $C_1$ . Entretanto, para facilitar a análise, a metodologia aqui descrita separou os pacientes em dois grupos. O  $G_0$  para doença leve agrupando pacientes de  $C_2$  e  $C_3$  e o  $G_1$  para doença avançada, agrupando paciente de  $C_{4,5,6}$ . O agrupamento tem se mostrado comum nas publicações médicas como feito por Fagner Farias Novais Dos Santos, Porfírio e Brandão Pitta (2009), Musil *et al.* (2011) e Seidel *et al.* (2017), entre outros trabalhos.

### 3.3.2.1 Regressão Logística

A técnica de Regressão Logística, primeiramente aplica uma separação do bando de dados em uma matriz contendo as variáveis independentes do modelo e um vetor resposta que contém as variáveis independentes do modelo. Desta forma são estimados os parâmetros  $\underline{\beta}' = [\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p]$ , com a utilização do método da máxima verossimilhança, num contexto de mínimos quadrados não-lineares, aplicando-se o Algoritmo de Quase-Newton.

Foram gerados  $n$  modelos com  $(n-1)$  amostras, para teste e validação da técnica, esse processo é conhecido como método de Lachenbruch (*leave-one-out*). Ao final do processo é criado um modelo com as  $n$  amostras, e é esse modelo que é utilizado como modelo final para o Reconhecimento e Classificação de Padrões.

No modelo de Regressão Logística é necessário a utilização de uma faixa de corte com valores no intervalo  $[0,1]$ , que serve para determinar a classificação de uma nova amostra, foram testadas várias faixas de corte dentro do intervalo  $[0,1]$ , porém no sistema adotou-se como valor da faixa de corte a proporção entre os dois grupos.

### 3.3.2.2 Escore quadrática

A técnica de Escore Quadrática necessita primeiramente de uma separação do banco de dados em uma matriz contendo as variáveis independentes e um vetor contendo as variáveis dependentes do modelo. Posteriormente a matriz com as variáveis independentes devem ser separados em dois conjuntos, cada um deles contendo as variáveis referentes a cada grupo, dessa forma o vetor com as variáveis

independentes será aplicada diretamente na validação e teste, não sendo necessário na criação das funções de classificação.

Com base nas matrizes dos grupos é utilizado o método de Lachenbruch (*leave-one-out*), são criados  $n$  funções de classificações com (com  $n-1$  amostras), dessa forma é obtido a taxa de acerto real dentro de cada grupo e ao final a função de classificação é criada com as  $n$  amostras.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Análise Descritiva dos Dados

A etapa de coletas de dados teve início em setembro de 2017 e finalizou em maio de 2018, foram selecionados pacientes de maneira consecutiva, com varizes em MMII que, ao exame de UVD, apresentarem insuficiência da VSI e obrigatoriamente com insuficiência da JSF. Dos 91 pacientes selecionados, 79 (86,8%) eram do sexo feminino e 12 (13,2%) do masculino, gerando, para o estudo, 117 membros inferiores, sendo 67 membros direito e 50 esquerdo.

A média de idade apresentada foi de 48,13 anos, sendo a idade mínima de 26 e a máxima de 76 anos e 64,96% da amostra concentra-se abaixo dos 50 anos.

Nos dados antropométricos dos pacientes, o valor mínimo do peso foi de 51 Kg e o maior foi de 130 Kg, com uma média de 82,02 Kg. A altura variou de 1,43 m a 1,93 m, com média de 1,61 m. A média do IMC obtido foi de 31,42 Kg/cm<sup>2</sup>, sendo o menor de 19,20 Kg/cm<sup>2</sup> e o maior de 49,94 Kg/cm<sup>2</sup>. Na observação, 76% da amostra estão concentrados nas classes de sobrepeso e obesidade. Junta-se a isso um dado relevante, somente 19,8% dos pacientes praticam atividade física com regularidade.

Em relação à condição financeira global da amostra, a renda mensal foi transformada em número de salários mínimo, o valor usado para o cálculo foi de R\$ 937,00 (novecentos e trinta e sete reais). Dessa forma a média foi de 1,95 salários por mês, onde 82,9% ganha menos de 2,5 salários mensais.

Alguns dados relacionados com renda, viabilidade de tratamento no SUS, esclarecimento do médico em relação à indicação de tratamento, medo do tratamento cirúrgico e falta de conhecimento das complicações da DVC foram obtidos pelo questionário e chamam atenção. Em torno de 80% dos indivíduos referem não ter condições financeiras para o tratamento, 65% afirmam que o tratamento pelo SUS apresenta alguns entraves como: muito tempo na fila e dificuldade de acesso ao especialista. Somente 21% conhecem as complicações causadas pela doença, 48% tem medo ou receio do tratamento cirúrgico, e, apenas, em 55,3% dos casos o médico conseguiu convencer o paciente da necessidade de tratamento.

Na avaliação da escolaridade, a amostra apresentou 6,6% de pacientes sem escolaridade, 47,25% com ensino fundamental, 30,77% com ensino médio e,

apenas 15,38% com nível superior, como representado na tabela 3 junto com outros fatores agrupados. A porcentagem de indivíduos que não alcançaram o ensino médio foi de 53,85%.

**Tabela 3** – Dados clínicos e demográficos da amostra agrupados.

<b>Fatores</b>	<b>Masculino</b>	<b>Feminino</b>	<b>%</b>
Sexo	13,2%	86,8%	
Atividade Física			19,8%
História Familiar			70,4%
Veia Perfurante			86,3%
Escolaridade			
	Sem escolaridade		6,6%
	Ens. Fundamental		47,25%
	Ens. Médio		30,77%
	Ens. Superior		15,38%

Fonte: Autoria própria.

Após analisado o perfil sociodemográfico da amostra, foram analisados o fatores relacionados à doença e aos dados obtidos no exame de UVD.

Quando distribuída por frequência, a dor com o valor mínimo de zero (paciente não relata dor) e com o máximo de 10 possui média de 6,2 e dos 91 pacientes, 63,25% estão na faixa de escala de dor entre 4 e 8. Na amostra geral, entre as mulheres, a média de dor na escala numérica é de 5,5 e 33,7% relatam piora com a menstruação, tendo média de gestações de 3,23.

Quando analisada a história familiar positiva para varizes dos 91 pacientes, 70,4% referem antecedentes familiares positivos para primeiro grau e, destes, 75% indicam que a mãe apresenta varizes.

Quanto à classificação CEAP, o estudo demonstrou que 72,6% dos membros inferiores estão classificados clinicamente como doença avançada (C<sub>4,5,6</sub>) 27,4% como doença leve (C<sub>2,3</sub>), torna-se importante lembrar que na amostra não se apresentaram membros inferiores com CEAP zero e um. Na tabela 4 é possível observar distribuição pela CEAP. Dos 117 membros, 7,7 % foram classificados clinicamente como C<sub>2</sub>, 19,7% C<sub>3</sub>, 59,8% C<sub>4</sub>, 9,4% C<sub>5</sub> e 3,4% C<sub>6</sub>. Assim, 72,6% pertencem ao G<sub>-1</sub> (C<sub>4,5,6</sub>) e 27,4% são do G<sub>-0</sub>, C<sub>2,3</sub> da CEAP.

**Tabela 4** – Distribuição dos membros inferiores em relação à CEAP

Classe Clínica	Nº membros	%	G_0	G_1
C <sub>2</sub>	9	7,7	32 membros	85 membros
C <sub>3</sub>	23	19,7	27,4%	72,6%
C <sub>4</sub>	70	59,8		
C <sub>5</sub>	11	9,4		
C <sub>6</sub>	4	3,4		

Fonte: Autoria própria.

O tempo médio de doença, ou seja, o tempo que cada paciente é afetado pela DVC, é de 19,08 anos, com o mínimo de 1 ano até 54 anos de doença, sendo que 52,14% apresentaram um tempo de doença entre 14 e 34 anos e somente 12% encontram-se abaixo de 8 anos de doença.

Na literatura, a presença de veias perforantes insuficientes de perna pode ser um fator agravante da DVC. Nesse estudo, no exame de UVD, dos 117 membros amostrados, 86,3% apresentaram veias perforantes insuficientes de perna.

A insuficiência da VSI foi demonstrada no exame de UVD e os seguintes dados foram fornecidos: diâmetro da junção safeno-femoral (JSF), tempo de refluxo na manobra de valsalva (TR), pico de velocidade sistólica no refluxo da manobra de valsalva (PVS), volume de refluxo venoso durante a valsalva (VR). Os resultados junto com a média da amostra estão listados na tabela 5.

**Tabela 5** – Dados clínicos e demográficos da amostra.

Fatores	Valor mínimo	Valor máximo	Média
JSF	0,51 cm	1,81 cm	1,008 ± 0,27cm
TR	0,926 s	5,53 s	3,8 ± 0,95 s
VR	0,035 L/min	10,8 L/min	1,02 ± 1,68 L/min
PVS	2,02 cm/s	233 cm/s	44,11± 45,6 cm/s
Tempo Doença	1 ano	54 anos	19,08± 10,7 anos
Escala Dor	0	10 pontos	6,3 ± 3,06 pontos
Peso	51 Kg	130 Kg	82,02 ± 17,55 Kg
Altura	1,43 m	1,93 m	1,61± 0,10 m
IMC	19,2Kg/cm <sup>2</sup>	49,94 Kg/cm <sup>2</sup>	31,42± 5,9 Kg/cm <sup>2</sup>
Idade	26 anos	76 anos	48,13±11,19 anos
Renda	0,27 sal/min.	12,8 sal/min.	1,95 ±1,92sal/min.

Fonte: Autoria própria.

## 4.2 Resultados dos Modelos de Reconhecimento de Padrão

Após o tratamento dos dados optou-se por aplicar dois métodos de reconhecimento e classificação de padrões, Regressão Logística e Análise Discriminante. Para cada método aplicado foi utilizado a técnica de *leave-one-out*, com o intuito de conseguir o erro real nas taxas de classificação dos modelos.

A seguir são apresentados os resultados obtidos com a aplicação dos métodos.

Na Tabela 6 são apresentadas as variáveis utilizadas nos modelos de reconhecimento e classificação de padrão.

**Tabela 6** – Tabela das variáveis

VARIÁVEIS	
PVS	$x_1$
TEMPO DE REFLUXO	$x_2$
VOLUME	$x_3$
PESO	$x_4$
ALTURA	$x_5$
IMC	$x_6$
IDADE	$x_7$
RENDA	$x_8$
TEMPO DA DOENÇA	$x_9$
JSF	$x_{10}$
SEXO	$x_{11}$
ESCOLARIDADE	$x_{12}$
ATIVIDADES FÍSICAS	$x_{13}$
ESCALA DE DOR	$x_{14}$
HISTÓRICO FAMILIAR	$x_{15}$
PERFURANTE	$x_{16}$

Fonte: Autoria própria.

### 4.2.1 Escore Quadrático

Este procedimento é projetado para desenvolver um conjunto de funções discriminatórias que podem ajudar a prever a evolução do quadro clínico da DVC com base nos valores de outras variáveis quantitativas. Foram utilizados os 117 membros inferiores da amostra para desenvolver um modelo que possa discriminar entre os dois grupos (G\_0 doença leve e G\_1 grave) e foram inseridas 16 variáveis preditoras. A única função discriminante com *p-valor* menor que 0,05 que indica que

o modelo é estatisticamente significativo no nível de confiança de 95,0% conforme tabela 7 abaixo.

**Tabela 7** – Análise da variância do modelo de escore quadrático

Função	Lambda Wilks	Qui-Quadrado	Graus de Liberdade	P-Valor
1	0.758821	29.6689	16	0.0132

Fonte: Autoria própria.

Baseados no procedimento da Análise Discriminante foram criadas duas funções usadas para prever novas observações ao modelo.

O quadro 1 apresenta os resultados do método da análise discriminante utilizando a probabilidade igual e o quadro 2 apresenta os resultados do método da análise discriminante utilizando a probabilidade proporcional aos grupos.

**Quadro 1** – Matriz de confusão e taxa real de acerto para classificação da doença com probabilidades iguais.

		Classificação Prevista	
		G_0	G_1
Classificação Real	G_0	24 *75,00%	8 25,00%
	G_1	15 17,65%	70 *82,35%
Taxa Real de Acerto		80,34%	

\* Percentual de acerto

Fonte: Autoria própria.

**Quadro 2** – Matriz de confusão e taxa real de acerto para classificação para doença com probabilidades proporcionais.

		Classificação Prevista	
		G_0	G_1
Classificação Real	G_0	14 *43,75%	18 56,25%
	G_1	3 3,53%	82 *96,47%
Taxa Real de Acerto		82,05%	

\* Percentual de acerto

Fonte: Autoria própria.

À aplicação do método de Análise Discriminante obteve-se um resultado satisfatório na classificação da doença, tendo taxa real de acerto de 80,34% quando utilizado as probabilidades iguais e de 82,05% quando utilizado as probabilidades proporcionais aos grupos. Desta forma optou-se por utilizar o modelo de Análise Discriminante utilizando as probabilidades a priori iguais e se obteve os coeficientes da função demonstrados na tabela 8.

**Tabela 8** – Coeficientes da função de classificação do Escore Quadrático.

	<i>Grupo_0</i>	<i>Grupo_1</i>
PVS	-0.00365408	-0.00171918
TEMPO DE REFLUXO	-1.76539	-1.63528
VOLUME	1.29751	1.26357
PESO	-46.3028	-46.1772
ALTURA	5203.3	5184.93
IMC	121.7	121.39
IDADE	1.62931	1.69908
RENDA	-1.87608	-2.1378
TEMPO DA DOENÇA	-0.0697958	-0.066804
JSF	31.5161	33.1985
SEXO	-15.5488	-16.1263
ESCOLARIDADE	-1.46126	-0.504033
ESCALA DE DOR	9.22025	9.06974
HISTÓRICO FAMILIAR	66.9527	66.5175
PERFURANTE	-1.71144	-0.507576
CONSTANT	-4322.56	-4298.0

Fonte: Autoria própria.

Com os coeficientes da tabela 8 temos as seguintes funções de classificação:

$$\text{Grupo}_0 = -4322.56 - 0.00365408 \cdot \text{PVS} - 1.76539 \cdot \text{TEMPO DE REFLUXO} + 1.29751 \cdot \text{VOLUME} - 46.3028 \cdot \text{PESO} + 5203.3 \cdot \text{ALTURA} + 121.7 \cdot \text{IMC} + 1.62931 \cdot \text{IDADE} - 1.87608 \cdot \text{RENDA} - 0.0697958 \cdot \text{TEMPO DA DOENÇA} + 31.5161 \cdot \text{JSF} - 15.5488 \cdot \text{SEXO} - 1.46126 \cdot \text{ESCOLARIDADE} + 9.22025 \cdot \text{ESCALA DE DOR} + 66.9527 \cdot \text{HISTÓRICO FAMILIAR} - 1.71144 \cdot \text{PERFURANTE}$$

$$\text{Grupo}_1 = -4298 - 0.00171918 \cdot \text{PVS} - 1.63528 \cdot \text{TEMPO DE REFLUXO} + 1.26357 \cdot \text{VOLUME} - 46.1772 \cdot \text{PESO} + 5184.93 \cdot \text{ALTURA} + 121.39 \cdot \text{IMC} +$$

1.69908\*IDADE -2.1378\*RENDA -0.066804\*TEMPO DA DOENÇA + 33.1985\*JSF -  
16.1263\*SEXO -0.504033\*ESCOLARIDADE + 9.06974\*ESCALA DE DOR +  
66.5175\*HISTÓRICO FAMILIAR - 0.507576\*PERFURANTE

#### 4.2.2 Regressão Logística

Este procedimento é projetado para desenvolver a adaptação de um modelo de regressão logística para descrever a relação entre a variável da classificação da doença em 16 variáveis independentes. A equação do modelo ajustado é dada por:

$$f(y) = \frac{1}{1 + e^{-y}} \quad (90)$$

onde  $y = 30.1167 + 0.000933333*PVS + 0.226369*TEMPO DE REFLUXO - 0.0226833*VOLUME + 0.112963*PESO - 20.5762*ALTURA - 0.249985*IMC + 0.0765619*IDADE - 0.417375*RENDA - 0.0308341*TEMPO DA DOENÇA + 2.20233*JSF + 1.63838*SEXO=0 + 11.5587*ESCOLARIDADE=0 - 2.91084*ESCOLARIDADE=1 - 1.42744*ESCOLARIDADE=2 + 0.0818075*ATIVIDADES FÍSICAS=0 + 1.05076*ESCALA DE DOR=0 + 2.50131*ESCALA DE DOR=3 + 0.853091*ESCALA DE DOR=4 - 1.1306*ESCALA DE DOR=5 + 15.9392*ESCALA DE DOR=6 + 0.308733*ESCALA DE DOR=7 - 0.574536*ESCALA DE DOR=8 - 2.46321*ESCALA DE DOR=9 + 0.981136*HISTÓRICO FAMILIAR=0 - 2.06567*PERFURANTE=0 - 0.665909*PERFURANTE=1.$

A tabela 9 apresenta a Análise da Variância, tendo um p-valor menor que 0,05, verifica-se que existe uma relação estatisticamente significativa entre as variáveis no nível de confiança de 95%. Além disso, o p-valor dos resíduos é maior que 0,05, indicando que o modelo não é significativamente pior do que o melhor modelo possível para esses dados no nível de confiança de 95% ou superior.

**Tabela 9** – Análise da variância do modelo de regressão logística

Variável	Soma de Quadrados	Graus de Liberdade	p-Valor
<b>Modelo</b>	51.3087	26	<b>0.0022</b>
<b>Resíduo</b>	85.9822	90	<b>0.6003</b>
<b>Total</b>	137.291	116	

Fonte: Autoria própria.

Com base no modelo gerado foi utilizado o método de *leave-one-out* na classificação do banco de dados. A tabela 10 mostra um resumo da capacidade de previsão do modelo ajustado. Primeiro, o modelo é usado para prever a resposta usando as informações em cada linha do arquivo de dados. Se o valor previsto for maior que a faixa de corte, a resposta da observação será alocada no G\_1, se o valor previsto for menor ou igual ao valor de corte, a resposta da observação será alocada no G\_0.

**Tabela 10** – Tabela de preditos da regressão logística com a faixa de corte.

Faixa de Corte	Grupo_0	Grupo_1	Porcentagem Correta
0.00	100.00	0.00	72.65%
0.05	100.00	6.25	74.36%
0.10	100.00	18.75	77.78%
0.15	100.00	21.88	78.63%
0.20	98.82	28.13	79.49%
0.25	98.82	34.38	81.20%
0.30	98.82	43.75	83.76%
0.35	98.82	46.88	84.62%
<b>0.40</b>	<b>97.65</b>	<b>59.38</b>	<b>87.18%</b>
0.45	95.29	59.38	85.47%
0.50	94.12	62.50	85.47%
0.55	90.59	62.50	82.91%
<b>0.60</b>	<b>87.06</b>	<b>71.88</b>	<b>82.91%</b>
0.65	83.53	71.88	80.34%
0.70	78.82	71.88	76.92%
0.75	75.29	75.00	75.21%
0.80	68.24	78.13	70.94%
0.85	62.35	84.38	68.38%
0.90	52.94	96.88	64.96%
0.95	38.82	100.0	55.56%
1.00	0.00	100.0	27.35%

Fonte: Autoria própria.

A tabela 10 mostra a porcentagem dos dados observados corretamente previstos em vários valores de corte. Por exemplo, usando um ponto de corte igual a 0,4, 97,65% de todas as respostas para o G\_0 foram corretamente previstas, enquanto 59,38% de todas as respostas do G\_1 foram corretamente preditas, sendo um total de 87,18% das amostras previstas corretamente. Usar o valor de corte que

maximiza a porcentagem total correta pode fornecer um bom valor a ser usado para prever indivíduos adicionais. Desta forma, optou-se por usar a faixa de corte de 0,6, pois, apresenta uma previsão correta de 87,06% para o G\_0 e 71,88% para o G\_1. Assim, o Quadro 3 apresenta a matriz de confusão da Regressão Logística.

**Quadro 3** – Matriz de confusão e taxa real de acerto para classificação para doença com método de regressão logística.

		Classificação Prevista	
		G_0	G_1
Classificação Real	G_0	23 *87,06%	9 12,94%
	G_1	11 28,12%	74 *71,88%
Taxa Real de Acerto		82,91%	

\* Percentual de acerto  
Fonte: Autoria própria.

No Quadro 3, pode-se concluir que o modelo obteve 87,06% de acerto nas previsões da doença leve (G\_0) e 71,88% de acerto na classificação da doença grave (G\_1), ou seja, dos 32 membros inferiores classificados como G\_0 graus C<sub>2</sub> e C<sub>3</sub> pela CEAP, o modelo acerta 23 e, da mesma forma, o modelo acerta 74 dos 85 membros classificados pela CEAP em C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> e C<sub>6</sub> agrupados no G\_1. Desse modo, o modelo teve um acerto total de 82,91% de todas as amostras.

**Tabela 11** – Taxas de acerto de todos os modelos

Grupos	Regressão Logística	Escore Quadrático com Probabilidades Iguais	Escore Quadrático com Probabilidades a Priori
<b>G_0</b>	87,06%	75,00%	43,75%
<b>G_1</b>	71,88%	82,35%	96,47%
<b>Média</b>	<b>82,91%</b>	<b>80,34%</b>	<b>82,05%</b>

Fonte: Autoria própria.

Com base na tabela 11 pode-se observar que:

- ✓ O modelo de Regressão Logística apresentou um melhor resultado total nas classificações (82,91%), apresentando também uma melhor classificação para as doenças leves (87,06%).

- ✓ O modelo de Escore Quadrático com Probabilidades a Priori apresentou um melhor resultado para a classificação das doenças graves (96,47).
- ✓ Todos os modelos gerados apresentaram resultados satisfatórios tendo uma classificação média superior a 80% de acertos, tendo em vista a utilização do método de *leave-one-out*.

## 5 CONCLUSÃO

A DVC é muito relevante, ela agride pessoas de diferentes faixas etárias, podendo ocasionar sérios problemas socioeconômicos, desde afastamento temporário do trabalho até, mesmo, aposentadoria em fase produtiva da vida.

De maneira geral, foi observado que a DVC se instala de forma gradual até alcançar as formas clínicas mais graves. Os pacientes têm pouco ou nenhum entendimento a respeito da doença e suas complicações.

O perfil sociodemográfico encontrado na amostra foi de paciente feminino, múltipara, com idade em torno de 50 anos, com tendência à obesidade, de baixa renda e pouca escolaridade. Em relação à doença venosa crônica, os pacientes apresentam um longo tempo de evolução, a maioria apresenta doença avançada (C<sub>4,5,6</sub>) com sequelas e alterações de pele.

A gravidade da doença venosa precisa ser identificada e usada para aconselhar o paciente sobre a história natural de sua doença, assim, como a necessidade de procedimentos invasivos para correção dos pontos de refluxo. Para pacientes com doença mais grave (classe C<sub>4-5-6</sub>), os procedimentos venosos, cirurgia e/ou escleroterapia, devem ser considerados para prevenir a ulceração e sua recorrência.

O presente trabalho conseguiu estabelecer um modelo de reconhecimento de padrão na relação da insuficiência da Veia Safena Interna (VSI) com o quadro clínico, associando o grau da doença à indicação do tratamento, na perspectiva de evitar as complicações.

O modelo obteve acerto superior a 80%, de acordo com a CEAP do membro inferior com DVC e as variáveis obtidas de paciente. A previsão de piora do paciente torna-se viável caso ele não tenha oportunidade de tratamento. Tal possibilidade pode proporcionar um melhor entendimento da doença por parte do paciente e, para o médico especialista, uma argumentação bastante sólida capaz de auxiliar na condução da terapêutica.

Esse estudo apresentou êxito ao atingir o seu objetivo. É possível a visualização de algumas sugestões para trabalhos futuros. O modelo poderá ser ajustado, sendo testado para várias situações do quadro clínico da DVC e os achados da UVD, como: a presença ou ausência da insuficiência de VSI (não incluindo a JSF), a presença ou ausência da insuficiência de Veia Safena Externa, a

presença ou ausência da insuficiência de veias perforantes de perna, a presença ou ausência da insuficiência veias perforantes de coxa e, somente, a presença de veias tronculares.

## 6 REFERÊNCIAS

- ABBADE, L.P.F.; LASTÓRIA, S. Abordagem de pacientes com úlcera da perna de etiologia venosa. **Anais... Brasileiro de Dermatologia**, v. 81, n. 6, p. 509-22, 2006.
- ANDRADE, A. R. T. D.; PITTA, G. B. B.; CASTRO, A. A.; MIRANDA JUNIOR, F. Avaliação do refluxo venoso superficial ao mapeamento dúplex em portadores de varizes primárias de membros inferiores: correlação com a gravidade clínica da classificação CEAP. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 8, n. 1, p. 14-20, 2009.
- ANDRADE, F.A.; PEREIRA, L.V.; SOUSA, F.A.E.F. Mensuração da dor no idoso: uma revisão. **Revista Latino-americana de Enfermagem**, v. 14, n. 2, p. 271-6. 2006.
- AUTONÔMICOS, TESTES. Testes autonômicos cardiovasculares. Uma revisão crítica. Parte I. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 59, n. 1, p. 76, 1992.
- BARROS JUNIOR, N. D.; JANEIRO PEREZ, M. D. C.; AMORIM, J. E. D.; MIRANDA JUNIOR, F. Gestação e varizes de membros inferiores: prevalência e fatores de risco. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 9, n. 2, p. 29-35, 2010.
- BASELLINI, A.; AGUS, G. B.; ANTONUCCI, E.; PAPACHARALAMBUS, D. Varices in pregnancy (an up-date). **Annali di Ostetricia, Ginecologia, Medicina Perinatale**, v. 106, n. 6, p. 337, 1985.
- BEEBE, H. G.; BERGAN, J. J.; BERGQVIST, D.; EKLOF, B., ERIKSSON, I.; GOLDMAN, M. P.; LABROPOULOS, N. Classification and grading of chronic venous disease in the lower limbs. A consensus statement. **European journal of vascular and endovascular surgery**, v. 12, n. 4, p. 487-492, 1996.
- BOIVIN, P.; HUTINEL, B. Varices and pregnancy. **Journal des maladies vasculaires**, v. 12, n. 2, p. 218-221, 1987.
- CAMARGO, P. A. B. de. **O sistema da veia safena interna (Magna)**. Figura 1. Disponível em: <<http://www.drapaulaangeleli.com.br>>. Acesso em: 20 jan.2018.
- CAPITÃO, L. M.; MENEZES, J. D.; GOUVEIA-OLIVEIRA, A. Epidemiological characterization of chronic venous insufficiency in Portugal. **Acta medica portuguesa**, v. 9, n. 2-3, p. 69-77, 1996.
- CASTRO, A. A.; SANTOS, M. E. R. C.; ALS, C. A.; TEIXEIRA, A. R. Diagnóstico e tratamento da doença venosa crônica. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 4, n. 2, p. 185-94, 2005.
- CHAVES, L. D. LEÃO, E.R. **Dor 5º sinal vital: reflexões e intervenções de enfermagem**. Curitiba: Editora Maio, 2004.

CHAVES NETO, A. **Análise multivariada aplicada à pesquisa: notas de aula.** Departamento de Estatística, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

CISCOMCAM - Consórcio Intermunicipal de Saúde da Região da Comcam. **Municípios afiliados.** Disponível em: <<http://ciscomcam.com.br/municipios>>. Acesso em: 04 nov. 2017.

CORNU-THENARD, Anadré; BOIVIN, P.; BAUD, J.M.; VINCENZI, I; CARPENTIER, P. H. Importance of the familial factor in varicose disease. **The Journal of dermatologic surgery and oncology**, v. 20, n. 5, p. 318-326, 1994.

COSTA, M.L.; HIGINO, W.J.F.; LEAL, F.J.; COUTO, R.C. Perfil clínico e sociodemográfico dos portadores de doença venosa crônica atendidos em centros de saúde de Maceió (AL). **Jornal Vascular Brasileiro**, v.11, n.2, p.108-113, 2012.

DA LUZ BERTOLDI, C.M.; DA COSTA PROENÁA, R.P. Doença venosa e sua relação com as condições de trabalho no setor de produção de refeições. **Revista de Nutrição**, v. 21, n. 4, p. 447-454, 2008.

DATASUS - Portal da Saúde do Ministério da Saúde. Disponível em <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0206>. Acesso em 04/11/17.

DE BRITO, C. J.; DUQUE, A. **Cirurgia vascular: cirurgia endovascular, angiologia.** 3. ed. v 2. Rio de Janeiro: REVINTER, 2014, p. 1805-828.

DE MORAIS, K.C.S.; FERREIRA, A.C.N.C. O impacto da insuficiência venosa crônica no desempenho funcional em mulheres. **Revista Inter Scientia**, v. 2, n. 3, p. 29-47, 2014.

DINDELLI, M.; PARAZZINI, F.; BASELLINI, A.; RABAIOTTI, E.; CORSI, G.; FERRARI, A.; PARAZZINI, F. Risk factors for varicose disease before and during pregnancy. **Angiology**, v. 44, n. 5, p. 361-367, 1993.

ENGELHORN, C.A. **Guia prático de ultrassonografia vascular.** 2. ed. Rio de Janeiro: DiLivros, 2011, p. 295-311.

ENGELHORN, C. A.; CORAL, F. E.; CHAVES MONTEIRO SOARES, I.; de ARAÚJO CORRÊA, G. F.; POZZOLO OGEDA, J.; HARA, L. Y.; SAEMI MURASSE, L. Padrões de refluxo nas veias safenas em homens com insuficiência venosa crônica. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 15, n. 4, 2016.

ENGELHORN, C. A.; ENGELHORN, A. L.; RITTER, C.; ISFER DE LIMA, G. F.; PEIXOTO LOPES, J. G.; GAERTNER CABRINI, L. Identificação pela ultrassonografia vascular dos diâmetros das veias safenas magnas sem refluxo em mulheres. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 16, n. 2, p. 92-97, 2017.

EKLÖF, B.; RUTHERFORD, R. B.; BERGAN, J.; CARPENTIER, P. H., GLOVICZKI, P.; KISTNER, R. L. Revision of the CEAP classification for chronic venous disorders: consensus statement. **Journal of vascular surgery**, v. 40, n. 6, p. 1248-1252, 2004.

FAGNER, R.F.N.; PORFÍRIO, G.J.M.; PITTA, G.B.B. A diferença na qualidade de vida de pacientes com doença venosa crônica leve e grave. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 8, n. 2, p. 143-147, 2009.

FIGUEIREDO, M. **Os efeitos da gestação na insuficiência venosa**. Atualização científica em terapia da compressão. Folha Kendall. Disponível em: <<http://meiaelastica.com.br/pdf/folhaespecial.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2018.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, inc., 1998.

KRÖGER, K.; OSE, C.; RUDOFSKI, G.; ROESENER, J.; WEILAND, D.; HIRCHE, H. Peripheral veins: influence of gender, body mass index, age and varicose veins on cross-sectional area. **Vascular Medicine**, v. 8, n. 4, p. 249-255, 2003.

LABROPOULOS, N.; LEON, M.; NICOLAIDES, A. N.; GIANNOKAS, A. D.; VOLTEAS, N.; CHAN, P. Superficial venous insufficiency: correlation of anatomic extent of reflux with clinical symptoms and signs. **Journal of Vascular Surgery**, v. 20, n. 6, p. 953-958, 1994.

LABROPOULOS, N.; LEON, M.; NICOLAIDES, A.N.; SOWADE, O. Venous reflux in patients with previous deep venous thrombosis: correlation with ulceration and other symptoms. **Journal Vascular Surgery**, v. 20, n. 1, p.20-26, 1994.

LACHENBRUCH, P. A. **Discriminant analysis**. New York: Halfner: 1975.

LEAL, J.; MANSILHA, A. Como avaliar o impacto da doença venosa crônica na qualidade de vida. **Angiologia e Cirurgia Vascular**, v. 6, n. 4, p. 173-187, 2010.

LIMA, J. D. **A análise econômico-financeira de empresas sob a ótica da estatística multivariada**. 2002. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia) – Setores de Tecnologia e de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LIMA, R. C. M.; SANTIAGO, L.; MOURA, R. M. F. D.; FILARETTI, F. A. S.; SOUZA, C. S. A.; EVANGELISTA, S. S. M.; BRITTO, R. R. Efeitos do fortalecimento muscular da panturrilha na hemodinâmica venosa e na qualidade de vida em um portador de insuficiência venosa crônica. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 1, n. 3, p. 219-26, 2002.

MAFFEI, F. H. D. A.; MAGALDI, C.; PINHO, S. Z.; LASTORIA, S.; PINHO, W.; YOSHIDA, W. B.; ROLLO, H. A. Varicose veins and chronic venous insufficiency in Brazil: prevalence among 1755 inhabitants of a country town. **International Journal of Epidemiology**, v. 15, n. 2, p. 210-217, 1986.

MAGALHÃES, C.E.V.; SALVADORI, R.A.M.; FAGUNDES, F.B.; GOMES, C.F.A.; GRUPILO, C.E.R. Cirurgia de varizes em regime de mutirão. **Jornal Brasileiro de Cirurgia Vascular**, v.16, n.3, p. 231-237, 2007.

MARANHÃO COSTA, L.; HIGINO, W. J.; LEAL, F. D. J.; CARDOSO COUTO, R. Perfil clínico e sociodemográfico dos portadores de doença venosa crônica

atendidos em centros de saúde de Maceió (AL). **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 11, n. 2, 2012.

MAYER, W.; JOCHMANN, W.; PARTSCH, H. Ulcus cruris: Abheilung unter konservativer Therapie. Eine prospektive Studie. **Wien Medical Wochenschr**, v. 144, p. 250-2, 1994.

MCHORNEY, C.A.; WARE, J.R.; JOHN, E.; RACZEK, A. E. The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): II. Psychometric and clinical tests of validity in measuring physical and mental health constructs. **Medical care**, p. 247-263, 1993.

MENDES, L. Varizes dos membros inferiores: novas técnicas terapêuticas. **Revista Portuguesa de Cirurgia Cárdio-Torácica e Vascular**, 21 mar. 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Obesidade**. Brasília: Ministério da Saúde; 2006. (Cadernos de Atenção Básica, 12. Série A. Normas e Manuais Técnicos).

MUSIL, D.; KALETOVA, M.; JIRI, H. Age, body mass index and severity of primary chronic venous disease. **Biomedical Papers**, v. 155, n. 4, p. 367-371, 2011.

OLIVEIRA, B.G.; NOGUEIRA, G.A.; CARVALHO, M.R.; ABREU, A.M. Caracterização dos pacientes com úlcera venosa acompanhados no Ambulatório de Reparo de Feridas. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 14, n. 1, p. 156-163, 2012.

PEREIRA, L.V.; SOUSA, F.A.E.F. Mensuração e avaliação da dor pós-operatória: uma breve revisão. **Revista Latino-americana de enfermagem**, v. 6, n. 3, p. 77-84, 1998.

PLA, L. E. **Análisis multivariado**: método de componentes principales. Secretaria General de la Organización de Estados Americanos. Washington, 1986.

RIGOTTI, M. A.; FERREIRA, A.M. Intervenções de enfermagem ao paciente com dor. **Arquivos de ciências da saúde**, v. 12, n. 1, p. 50-4, 2005.

RUCKLEY, C.V.; EVANS, C.J.; ALLAN, P.L. Chronic venous insufficiency: Clinical and duplex correlations. The Edinburgh Vein Study of venous disorders in the general population. **J Vasc Surg**, v. 36(3): p. 520-525. 2002.

SANTOS, F.F.N.; PORFÍRIO, R.; MARTINIANO, G.J.; PITTA, G.B.B. A diferença na qualidade de vida de pacientes com doença venosa crônica leve e grave. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 8, n. 2, 2009.

SANTOS, M.E.R.C. **Insuficiência venosa superficial**. Tratado de flebologia e linfologia. Rio de Janeiro: Rubio, cap. 16, p. 169-79, 2006.

SEIDEL, A. C.; CAMPOS, M. B.; CAMPOS, R. B.; HARADA, D. S.; ROSSI, R. M.; CAVALARI JUNIOR, P.; MIRANDA JUNIOR, F. Associação entre sintomas, veias varicosas e refluxo na veia safena magna ao eco-Doppler. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 16, n. 1, p. 4-10, 2017.

SEIDEL, A. C.; CAVALARI JUNIOR, P.; ROSSI, R. M.; MIRANDA JUNIOR, F. Association between segmental aplasia of great saphenous vein and varicose veins of lower limbs, evaluated using color Doppler ultrasonography. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 14, n. 3, p. 211-216, 2015.

SEIDEL, A. C.; SAMPAIO MANGOLIM, A.; ROSSETTI, L. P.; GOMES, J. R.; MIRANDA JR, F. Prevalência de insuficiência venosa superficial dos membros inferiores em pacientes obesos e não obesos. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 10, n. 2, p. 124-130, 2011.

SILVA, F. A. A. D.; MOREIRA, T. M. M. Características sociodemográficas e clínicas de clientes com úlcera venosa de perna. **Revista de Enfermagem**. UERJ, p. 468-472, 2011.

SILVA, M.C. **Epidemiologia da insuficiência venosa crônica**. Tratado de flebologia e linfologia. Rio de Janeiro: Rubio, p. 79-83, 2006.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ANGIOLOGIA E CIRURGIA VASCULAR. **Projeto diretrizes insuficiência venosa crônica**. 2015. Disponível em: <[sbacv.com.br/diretrizes/2015/diretrizes-IVC.pdf](http://sbacv.com.br/diretrizes/2015/diretrizes-IVC.pdf)>. Acesso em: 19 nov. 2016.

THOMAZ, J.B. **Flebologia clínica e cirúrgica**. Rio de Janeiro: Rubio, cap. 2, p. 77-84, 2008.

TOREGEANI, J. F.; TRIGO ROCHA, A. S.; JUNDI KIMURA, C.; GOMES ARAÚJO, R. A.; KAZUO KAWAI, A.; SOKOL ROTTA, L.; MIDORI FUSIOKA, A. Ablação térmica por radiofrequência versus safenectomia convencional. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 14, n. 1, p. 4-9, mar. 2015.

UEMA, R. T.; DEZOTTI, N. R. A.; JOVILIANO, E.; DALIO, M. B.; MORIYA, T.; PICCINATTO, C. E. A prospective study of venous hemodynamics and quality of live at least five years after varicose vein stripping. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 28, n. 11, p. 794-799, nov. 2013.

WIDMER, L.K. **Peripheral venous disorders**, prevalence and socio-medical importance; observations in 4529 apparently healthy persons; Basle Study III. Bern: Hans Huber Publishers; 1978.

## **APÊNDICES**



## **ANEXOS**

**ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP, UTFPR**

UNIVERSIDADE  
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** MODELO DE RECONHECIMENTO DE PADRÃO NA RELAÇÃO DA INSUFICIÊNCIA DE VEIA SAFENA INTERNA COM O QUADRO CLÍNICO NA INSUFICIÊNCIA VENOSA CRÔNICA.

**Pesquisador:** ANDRE AMARAL JOIA

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 74228317.4.0000.5547

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.255.235

**Apresentação do Projeto:**

De acordo com o pesquisador, a Insuficiência Venosa Crônica (IVC) é amplamente estudada, possui alta prevalência na população mundial e uma grande parte desses pacientes tem acometimento da veia safena interna. As técnicas de tratamento são bem definidas e algumas são mais utilizadas tendo maior aceitação. A IVC é permanente e evolutiva, os pacientes com doença grave devem ser tratados para que sejam evitadas as complicações.

O projeto terá como amostra os pacientes que são atendidos em uma clínica de Cirurgia Vascular prestadora de serviço ao CIS-COMCAM (consórcio de saúde da região da COMCAM). A clínica presta serviço em exames de Doppler Vascular solicitados por médicos do Cis-comcam. 1- Nome da clínica: Centro de Cirurgia vascular Dr. André Amaral Jóia, localizada em Campo Mourão – PR, município sede do CIS-COMCAM. 2- Os pacientes são agendados diariamente pelos municípios participantes do consórcio. As secretarias de saúde agendam o exame e providenciam o transporte até a clínica. 3- Os pacientes serão escolhidos, de maneira consecutiva, no dia a dia dos exames, seguindo a agenda de Doppler Vascular no Centro de Cirurgia Vascular. 4- Os pacientes com varizes em membros inferiores que apresentarem, ao Doppler Vascular, insuficiência de veia safena interna e, obrigatoriamente, acometimento da junção safeno-femoral (insuficiência da croça) serão selecionados no ato do exame e convidados a participar da pesquisa. 5- Caso aceite,

**Endereço:** SETE DE SETEMBRO 3165

**Bairro:** CENTRO

**UF:** PR

**Telefone:** (41)3310-4494

**Município:** CURITIBA

**CEP:** 80.230-901

**E-mail:** coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 2.255.235

O paciente responderá as perguntas do questionário que será lido pelo examinador (pesquisador) que é o próprio médico executor do exame. 6- Em média, o questionário é respondido em 05 (cinco) minutos. Isso não deverá alterar ou causar prejuízos ao paciente, que ainda estará na sala de exame. 7- Então, os dados trabalhados na pesquisa serão os conseguidos no resultado do exame de Doppler e nos dados oriundos do questionário.

A hipótese a ser respondida: Seria possível um reconhecimento de padrão na Insuficiência Venosa Crônica relacionando achados clínicos, história da doença, exame de Doppler Vascular na presença de Insuficiência da Veia Safena Interna para guiar paciente e médico no tratamento?

Critério de Inclusão: Pacientes maiores de 18 anos, ambos sexos, portadores de varizes primárias com insuficiência da veia safena interna apresentando refluxo na junção safeno-femoral e péfuro-comunicantes e integridade do sistema venoso profundo através da ecografia vascular.

Critério de Exclusão: Pacientes com insuficiência arterial e/ou linfática, gestantes, diabéticos, doentes psiquiátricos, com mal formação congênita e com passado de qualquer intervenção cirúrgica prévia de varizes em membros inferiores.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

O objetivo primário definido pelo pesquisador é traduzir a doença varicosa em um modelo de reconhecimento de padrão que associaria o grau da doença à indicação do tratamento, na perspectiva de evitar as complicações.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Para riscos e benefícios definiu-se:

Riscos: O exame de doppler vascular é realizado em máquina de ultrassonografia, não é invasivo e não necessita de preparo antecipado do paciente. O exame é realizado com o paciente em pé, não há constrangimento ou exposição visual do paciente. Após o exame o paciente pode aceitar participar da pesquisa e responder ao questionário que se oferta de forma respeitosa entendendo as limitações individuais. Em qualquer momento, o paciente pode recusar e deixar a pesquisa, sem, no entanto, ter prejuízo em relação ao seu exame e posterior tratamento com o médico assistente. Caso, durante o exame ou o questionário, houver alguma alteração clínica que gere urgência médica, o SAMU local será acionado. Também, não haverá prejuízo financeiro ao participante, nem perda do transporte ou alimentação, mas caso aconteça será ressarcido imediatamente.

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165  
 Bairro: CENTRO CEP: 80.230-901  
 UF: PR Município: CURITIBA  
 Telefone: (41)3310-4494 E-mail: coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 2.255.235

Benefícios: Não há benefícios diretos da pesquisa, ela tem a intenção de estabelecer um reconhecimento de padrão entre a doença, os sinais/sintomas e o resultado de exame de doppler vascular.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto é relevante para a área da Saúde, possibilitando aos médicos um guia de conduta terapêutica.

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

Os termos de apresentação obrigatória estão de acordo com a Resolução CNS nº 466.

**Recomendações:**

Não há.

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

O projeto atende as normas da Resolução CNS nº 466.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução CNS nº 466 de 2012 e da Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-UTFPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

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

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_937944.pdf	23/08/2017 15:36:54		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.doc	23/08/2017 10:56:27	ANDRE AMARAL JOIA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	TCLE_1.docx	23/08/2017 10:55:37	ANDRE AMARAL JOIA	Aceito

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Telefone: (41)3310-4494

Município: CURITIBA

CEP: 80.230-901

E-mail: coep@utfpr.edu.br

UNIVERSIDADE  
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 2.255.235

Ausência	TCLE_1.docx	23/08/2017 10:55:37	ANDRE AMARAL JOIA	Aceito
Outros	TAI.jpg	23/08/2017 10:51:55	ANDRE AMARAL JOIA	Aceito
Outros	TCUD.jpg	23/08/2017 10:51:07	ANDRE AMARAL JOIA	Aceito
Outros	questionario.docx	14/08/2017 20:34:50	ANDRE AMARAL JOIA	Aceito
Outros	CRONOGRAMA_ORCAMENTO.docx	14/08/2017 20:33:08	ANDRE AMARAL JOIA	Aceito
Folha de Rosto	folha_.pdf	08/06/2017 15:22:47	ANDRE AMARAL JOIA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 01 de Setembro de 2017

---

**Assinado por:**  
**Frieda Saicla Barros**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** SETE DE SETEMBRO 3165  
**Bairro:** CENTRO  
**UF:** PR      **Município:** CURITIBA  
**Telefone:** (41)3310-4494

**CEP:** 80.230-901

**E-mail:** coep@utfpr.edu.br