

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Bruna Lorenzetti de Oliveira

**MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PELOS  
UTILIZANDO IMAGENS NATURAIS**

Santa Maria, RS  
2019

**Bruna Lorenzetti de Oliveira**

**MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PELOS UTILIZANDO IMAGENS NATURAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Computação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Computação**

Orientador: Prof. Dr. (UFSM) Daniel Welfer

Santa Maria, RS

2019

**Bruna Lorenzzetti de Oliveira**

**MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PELOS UTILIZANDO IMAGENS NATURAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Computação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Computação**

**Aprovado em 14 de Março de 2019:**

---

**Daniel Welfer, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Daniel Fernando Tello Gamarra, Dr. (UFSM)**

---

**Andrea Schwertner Charão, Dra. (UFSM)**

Santa Maria, RS

2019

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me iluminado durante todo esse trajeto, desde o primeiro semestre da graduação até a conclusão desse Trabalho.

Agradeço à minha família, que apesar da distância, sempre estiveram presentes e me apoiaram em todas as minhas iniciativas.

Agradeço aos meus professores que me auxiliaram durante a trajetória deste curso, em especial, ao meu orientador, o professor Daniel Welfer, pela dedicação e ajuda durante o planejamento e desenvolvimento desse trabalho, corrigindo-me quando necessário e auxiliando nos passos a serem seguidos, mesmo que parte do projeto tenha sido feito à distância.

Por fim, agradeço aos meus amigos e colegas que participaram dessa caminhada, os quais, pude compartilhar todos os momentos.

## RESUMO

### MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PELOS UTILIZANDO IMAGENS NATURAIS

AUTOR: BRUNA LORENZZETTI DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: DANIEL WELFER

O reconhecimento automático de imagens para diagnóstico de hirsutismo não é uma prática comum. Quando há suspeita de alguma causa dos tipos de hirsutismo, exames laboratoriais são orientados a serem realizados. Muitos são os fatores levados em consideração para o diagnóstico, entre eles, o tempo e desenvolvimento do hirsutismo, a história familiar, etnia, medicamentos e o exame físico (padrão de distribuição dos pelos) são importantes para a avaliação do excesso de pelos. Para o exame físico, a escala modificada de Ferriman-Gallwey é usada para a avaliação dos pelos. Assim, esse trabalho utilizou a escala modificada de Ferriman-Gallwey. Essa escala avalia a distribuição dos pelos e gera um score para definição da intensidade do hirsutismo, também serve como modelo para propor a extração de uma região de interesse através do processamento de imagem. Para as simulações, um conjunto de imagens da revisão da literatura foram analisadas. A partir dessas imagens, procurou-se obter a extração de uma ROI, através de processamento de imagem, que estivesse de acordo com o modelo da escala de Ferriman-Gallwey. Após a extração, este trabalho conseguiu indentificar as regiões que mais concentram a presença de pelos, podendo auxiliar nos primeiros diagnósticos de hirsutismo.

**Palavras-chave:** Método. Hirsutismo. Região de Interesse.

## **ABSTRACT**

### **METHOD FOR IDENTIFICATION OF HAIRS USING NATURAL IMAGES**

**AUTHOR: BRUNA LORENZZETTI DE OLIVEIRA**

**ADVISOR: DANIEL WELFER**

The automatic image recognition for diagnostic of hirsutism is not a common practice. If there is suspected of some cause of the hirsutism types, laboratory tests are oriented to be performed. Many factors are taken considering for the diagnostic, for example, time and development of hirsutism, family history, ethnicity, medications and physical examination (hair distribution patterns) are important for the evaluation of excess hair. For physical examination, the modified Ferriman-Gallwey scale is used for evaluation of hairs. Thus, this work uses the modified Ferriman-Gallwey scale. This scale evaluates the hair distribution and generates a score to define the intensity of hirsutism, also provides as a model to propose the extraction of a region of interest through image processing. For the simulations, a set of images from the literature review were analyzed. From these images, we are looking for obtaining the extraction of an ROI, through image processing, it was in accordance with the Ferriman-Gallwey scale model. After the extraction, this work could identify the regions that concentrate the most presence of hair contributing to the early diagnostic of hirsutism.

**Keywords:** Method. Hirsutism. Region of Interest.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Algoritmo básico para investigação do Hirsutismo.....	11
Figura 1.2 – Etapas do processo para extração da ROI. ....	12
Figura 2.1 – Etapas do processamento de imagens. ....	14
Figura 2.2 – Fluxograma da execução do algoritmo de Otsu. ....	17
Figura 2.3 – Sistema de Pontuação mFG. ....	20
Figura 4.1 – Fluxograma do Método Proposto para a primeira análise.....	31
Figura 4.2 – Imagem original para definição da ROI. ....	33
Figura 4.3 – Comparação das imagens da esquerda para direita mostrando a execução de cada passo.....	33
Figura 4.4 – Comparação das imagens da esquerda para direita mostrando a execução de cada passo.....	33
Figura 4.5 – Exemplo de adaptação da ROI segundo o Escore de Ferriman-Gallwey. ....	35
Figura 4.6 – Fluxograma do método proposto para a segunda análise. ....	36
Figura 4.7 – Comparação das imagens da esquerda para direita mostrando a execução de cada passo.....	37
Figura 4.8 – Histograma de representação da intensidade dos níveis de cinza. ....	39
Figura 5.1 – Técnica de realce <i>Adapthisteq</i> simulada no terceiro passo. ....	41
Figura 5.2 – Histograma da intensidade dos níveis de cinza resultantes do segundo passo. ....	41
Figura 5.3 – ROI inadequada para análise. ....	42
Figura 5.4 – ROI adequada para análise. ....	43
Figura 5.5 – Histograma da intensidade dos níveis de cinza resultantes do primeiro passo. ....	44
Figura 5.6 – Destaque dos pelos em preto através da imagem original. ....	45
Figura 5.7 – Representação da Imagem em <i>Ground Truth</i> . ....	45
Figura 5.8 – Representação da quantidade de pixels da imagem em <i>Ground Truth</i> . ....	46
Figura 5.9 – Resultado do método aplicado.....	47
Figura 5.10 – Representação do valor da quantidade de pixels do método aplicado.....	48
Figura 5.11 – Exemplos de imagens simuladas. ....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Scopus.....	23
Tabela 3.2 – Wiley. ....	24
Tabela 3.3 – SciELO. ....	24
Tabela 3.4 – IEEE.....	25
Tabela 3.5 – ACM. ....	25
Tabela 3.6 – SPIE.....	25



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ROI	Regions of interest
SOP	Síndrome do Ovário Policístico
PCOS	Polycystic Ovary Syndrome
mFG	Score modificado de Farriman-Gallwey
CLAHE	Contrast-limited adaptive histogram equalization

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1 MOTIVAÇÃO .....	10
1.2 OBJETIVOS .....	12
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	12
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	14
2.1 PROCESSAMENTO DE IMAGENS .....	14
2.2 MÉTODO DE OTSU .....	15
2.3 REGIÃO DE INTERESSE .....	18
2.4 TÉCNICAS DE REALCE .....	18
2.5 SCORE DE FERRIMAN-GALLWEY .....	20
2.6 CONSIDERAÇÕES .....	21
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	22
3.1 PROTOCOLO DE PESQUISA .....	22
3.2 TRABALHOS RELACIONADOS .....	26
<b>3.2.1 Revisão do estado da arte</b> .....	26
3.3 CONCLUSÃO .....	28
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	29
4.1 MATERIAIS .....	29
<b>4.1.1 Conjunto de imagens</b> .....	29
<b>4.1.2 Matrix Laboratory (MatLab)</b> .....	29
<b>4.1.3 GNU Octave</b> .....	29
4.2 MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PELOS .....	30
<b>4.2.1 Etapas do método proposto</b> .....	30
<b>4.2.2 Primeira Análise do Método Proposto</b> .....	30
<i>4.2.2.1 Definição da ROI</i> .....	31
<i>4.2.2.2 Conversão da imagem RGB para tons de cinza</i> .....	31
<i>4.2.2.3 Aplicação da técnica CLAHE através da função <i>Adaphisteq</i></i> .....	32
<i>4.2.2.4 Aplicação do filtro <i>Bottom-hat</i> através da função <i>imbothat</i></i> .....	32
<i>4.2.2.5 Aplicação do método <i>Graythresh</i></i> .....	32
<i>4.2.2.6 Parâmetro configurado para comparação das aplicações</i> .....	32
<b>4.2.3 Segunda Análise do Método Proposto</b> .....	34
<b>4.2.4 Limiarização</b> .....	38
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	40
5.1 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS .....	40
<b>5.1.1 ROI inadequada para análise</b> .....	41
5.2 VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS .....	44
5.3 DIFICULDADES ENCONTRADAS .....	49
5.4 TRABALHOS FUTUROS .....	50
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	51
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	52
<b>ANEXOS</b> .....	54

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 MOTIVAÇÃO

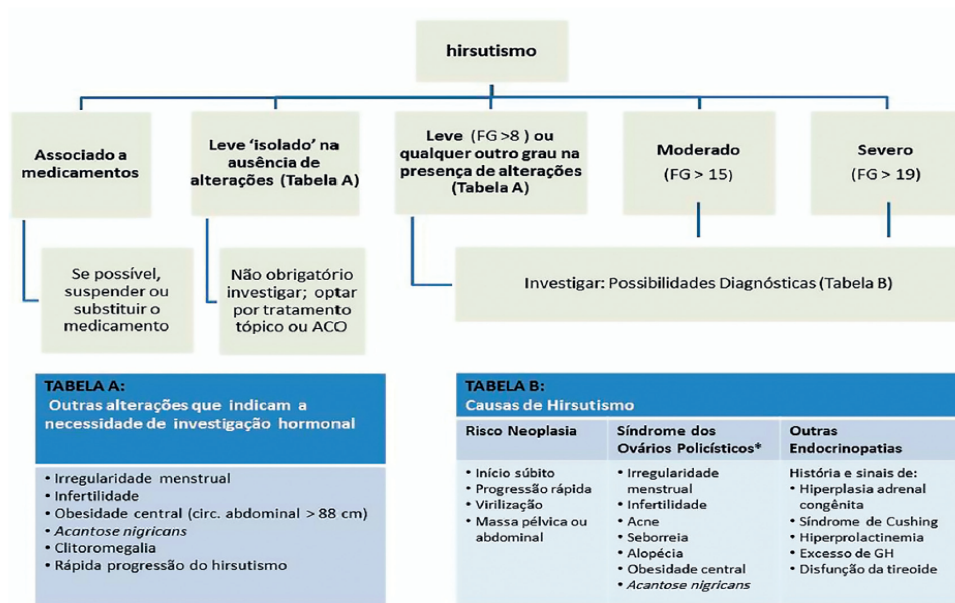
Simular a identificação de pelos utilizando imagens naturais pode ser um importante mecanismo para identificar métodos de processamento de imagens que auxiliam no diagnóstico do hirsutismo.

Em problemas endocrinológicos, relacionados ao metabolismo e alteração hormonal, como o hirsutismo, no que se refere a identificação de pelos através do processamento de imagem, não há uma técnica ou um método que faça esse reconhecimento. A seção 3 deste trabalho, deixa clara essa afirmação, através da revisão sistemática, onde as pesquisas retornaram apenas softwares estatísticos mostrando os impactos negativos na qualidade de vida das mulheres hirsutas.

Por definição, hirsutismo é a presença de excesso de crescimento de pelos corporais ou faciais terminais (grossos) nas mulheres, em locais típicos do homem (padrão masculino), podendo afetar 5% a 15% das mulheres. Considera-se hirsutismo um escore de mFG maior ou igual a 8, embora este valor possa diferir na literatura, já que existem diferenças étnicas importantes entre as populações femininas (YILDIZ et al., 2009).

O score de Ferriman-Gallwey objetiva avaliar a presença e distribuição de pelos corporais a partir de sua topografia e pigmentação. Esta aferição é feita por meio do escore modificado de Ferriman-Gallwey (mFG). Dessa maneira, a Figura 1.1 demonstra os passos para a identificação do hirsutismo, onde o escore é feito considerando intensidades leve, moderado e severo. Outras duas análises podem ser observadas para o diagnóstico, uma associada a medicamentos e a outra provenientes de investigação hormonal (FLORES; FLORES; COMIM, 2013).

Figura 1.1: Algoritmo básico para investigação do Hirsutismo.



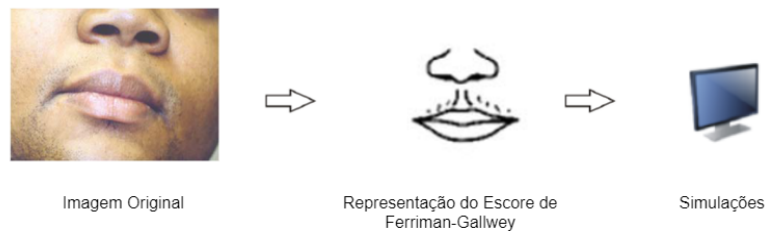
Fonte: (FLORES; FLORES; COMIM, 2013)

Uma avaliação do hirsutismo realizada com 850 pacientes chineses, mostrou que há uma variação considerável individual e racial no grau e padrão de pelos no corpo em pacientes com Síndrome do Ovário Policístico (SOP). O propósito do estudo foi encontrar um padrão adequado de hirsutismo, bem como características de distribuição e grau dos pelos em mulheres chinesas com SOP. O crescimento dos pelos corporais terminais foi avaliado usando o sistema de pontuação de mFG, onde nove locais foram analisados (lábio, queixo, braço, coxa, peito, barriga superior, barriga inferior, parte superior das costas e parte inferior das costas). O resultado desse estudo, mostrou que dos 850 pacientes, 367 apresentaram um escore maior ou igual a 5 pontos, 282 pacientes tinham escore maior ou igual a 6 pontos e 21% tiveram escore de pelo menos 8 pontos. Os dados indicaram que o lábio é o lugar mais comum onde o pelo cresce, seguida da parte superior das costas e o peito. O Hirsutismo é mais comum em mulheres diagnosticadas com SOP do que a população geral na China (WONG et al., 2014).

A partir desse estudo com as mulheres chinesas, é possível observar que há variações que influenciam no diagnóstico do hirsutismo de um paciente para outro, assim como, diferenças raciais contribuem significativamente na pontuação de mFG, por isso a importância de conseguir uma definição clara da pele do pelo quando analisadas em imagens.

Diante dessas análises, a Figura 1.2 apresenta o processo para extração de uma ROI.

Figura 1.2: Etapas do processo para extração da ROI.



Fonte: Adaptado de (YILDIZ et al., 2009)

Para a extração da ROI, como mostrado na Figura 1.2, é tomada a imagem original e extraído uma Região de Interesse que esteja de acordo com a representação do escore de Ferriman-Gallwey. Após essa extração, a imagem é submetida as simulações para identificação dos pelos.

## 1.2 OBJETIVOS

A partir do problema apresentado, este trabalho tem como objetivo geral simular uma técnica computacional para identificação de pelos através do processamento de imagem, tendo como propósito, futuramente, auxiliar profissionais da área da saúde a gerenciar pacientes com hirsutismo. Em relação aos objetivos específicos, podem-se citar:

- Utilizar imagens públicas disponíveis da revisão sistemática da literatura para realizar os testes.
- Analisar através da revisão da literatura quais avanços existem no presente assunto.
- Extração de uma ROI que esteja de acordo com o Escore de Ferriman-Gallwey.
- Simular técnicas computacionais para identificação de pelos.
- Escolher o melhor método para realizar a identificação do pelo.

## 1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado dos passos que seguem. O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, a qual, é necessária para o entedimento desse trabalho, explicando detalhadamente os métodos utilizados para obterem os resultados das análises. O Capítulo 3 apresenta a

revisão da literatura com os trabalhos relacionados ao que está sendo proposto. No Capítulo 4 é apresentada a metodologia da pesquisa descrevendo a implementação, materiais utilizados e detalhamento do método proposto. O Capítulo 5 apresenta os resultados obtidos e os critérios que foram avaliados. Para finalizar, no Capítulo 6 são feitas as considerações finais e a conclusão do trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

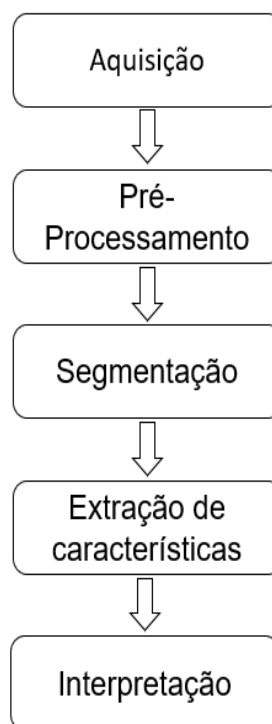
Este Capítulo tem por objetivo apresentar o embasamento teórico para que os termos que forem empregados nesse trabalho possam ser entendidos com clareza.

### 2.1 PROCESSAMENTO DE IMAGENS

O Processamento de imagens é certamente uma área em crescimento. É derivado de Processamento de Sinais. Os sinais, como as imagens, são na realidade um suporte físico que carrega no seu interior uma determinada informação. Esta informação pode estar associada a uma medida (neste caso falamos de um sinal em associação a um fenômeno físico), ou pode estar associada a um nível cognitivo (neste caso falamos de conhecimento). Processar uma imagem consiste em transformá-la sucessivamente com o objetivo de extrair mais facilmente a informação nela presente (ALBUQUERQUE; ALBUQUERQUE, 2000).

Como mostrado na Figura 2.1, um sistema de processamento de imagem pode ser dividido nas seguintes etapas:

Figura 2.1: Etapas do processamento de imagens.



Para a etapa de aquisição, dois elementos são necessários. O primeiro é um dispositivo físico que deve ser sensível ao espectro de energia eletromagnético. O segundo, chamado digitalizador, é um dispositivo que converte o sinal elétrico analógico produzido na saída do sensor em um sinal digital. Após a aquisição, as técnicas de pré-processamento tem a função de melhorar a qualidade da imagem. Na segmentação, é feita separação da imagem como um todo nas partes que a constituem e que se diferenciam entre si. O pós-processamento é a etapa que sucede a segmentação. É nesta etapa que os principais defeitos ou imperfeições da segmentação são devidamente corrigidos. A etapa final de um sistema de processamento de imagens é aquela em que se extrai as informações úteis da imagem processada. Quando o objetivo do processamento é obter informações numéricas, realiza-se a extração de atributos da imagem. Por fim, na interpretação, o objetivo é realizar, de forma automática, a identificação dos objetos segmentados na imagem (ESQUEF; ALBUQUERQUE; ALBUQUERQUE, 2003).

## 2.2 MÉTODO DE OTSU

O método de Otsu é um algoritmo de limiarização, proposto por Nobuyuki Otsu [Otsu, 1975]. Seu objetivo é, a partir de uma imagem em tons de cinza, determinar o valor ideal de um *threshold* que separe os elementos do fundo e da frente da imagem em dois clusters, atribuindo a cor branca ou preta para cada um deles. Devido à essa característica, funciona especialmente bem para casos de imagens com histogramas bimodais, podendo ser divididas adequadamente com um único valor. O conceito proposto é de iterar por todos os valores possíveis para o *threshold* em uma imagem (ou seja, o intervalo dinâmico da imagem), buscando aquele que minimiza a soma da variância intraclases da imagem. Esse valor irá corresponder ao melhor *threshold* para o caso, separando frente e fundo e atribuindo uma cor para cada classe (TOROK, 2016).

A variância intraclasse para um *threshold* possível  $t$  pode ser calculada com:

$$\alpha_W^2 = W_b \alpha_b^2 + W_f \alpha_f^2 \quad (2.1)$$

Onde:

$W$  é o peso para cada classe. Essa medida corresponde à probabilidade que um pixel possui de pertencer a classe  $b$  (*background*) ou  $f$  (*foreground*).

Esse cálculo será realizado para todos os *thresholds* possíveis. O valor que minimizar



a variância intraclasse será o *threshold* selecionado para a binarização da imagem. Porém, o cálculo da variância, que exige os valores das médias e pesos correspondentes para cada classe, é computacionalmente custoso. Otsu demonstrou que é possível substituir a fórmula acima pelo cálculo da variância interclasse, diminuindo o custo do algoritmo:

$$\alpha_B^2 = \alpha^2 - \alpha_W^2 \quad (2.2)$$

$$\alpha_B^2 = W_B(\mu_B - \mu)^2 + W_f(\mu_f - \mu)^2 \quad (2.3)$$

Onde:

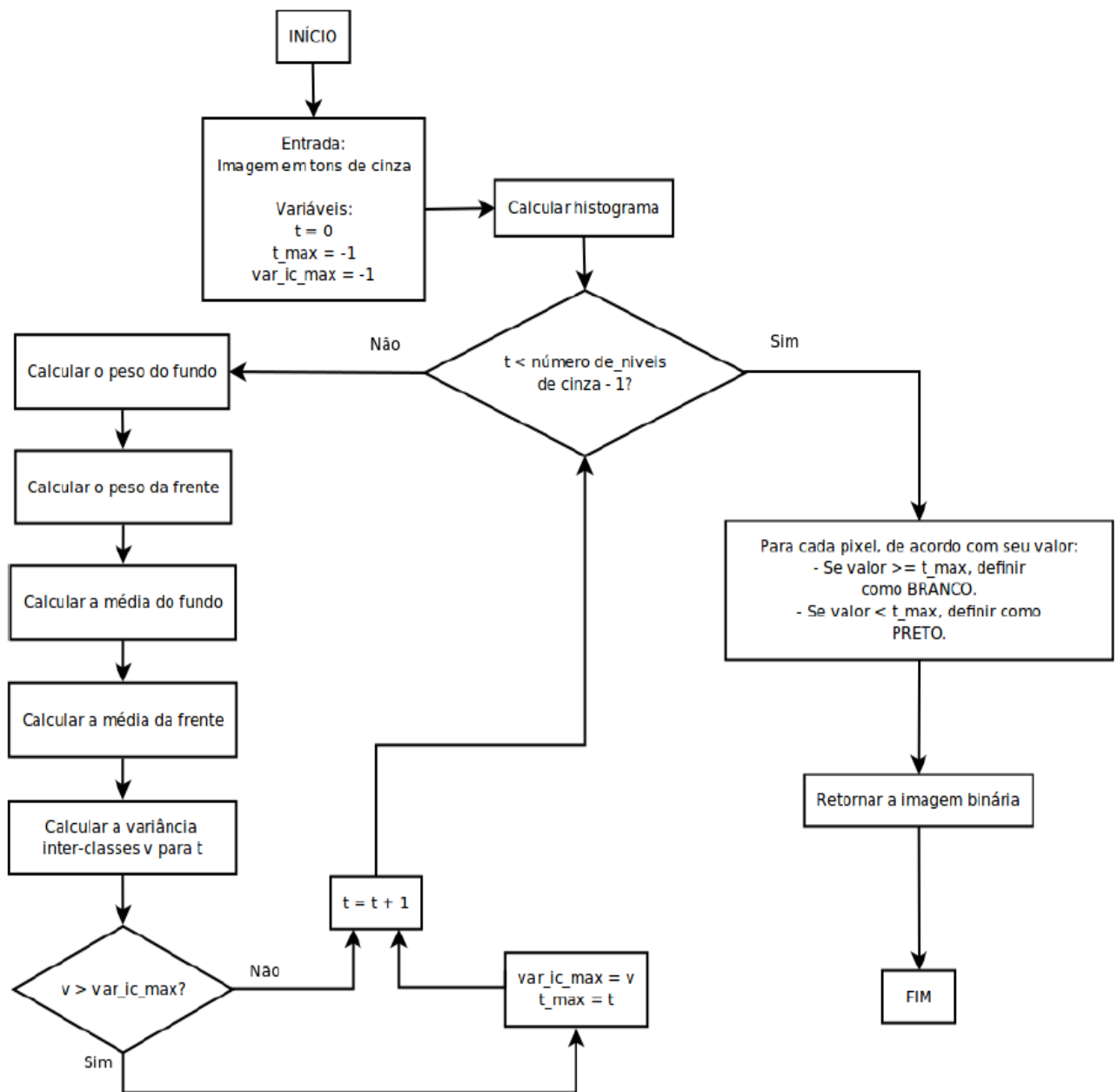
$$\mu = W_b\mu_b + W_f\mu_f \quad (2.4)$$

Logo:

$$\alpha_B^2 = W_bW_f(\mu_b - \mu_f) \quad (2.5)$$

A diferença na aplicação desse caso é que o algoritmo deve buscar maximizar a variância interclasse. O valor que atinge esse objetivo é o mesmo *threshold* que minimiza a variância intraclasse e, portanto, resulta na limiarização ideal.

Figura 2.2: Fluxograma da execução do algoritmo de Otsu.



Fonte:(TOROK, 2016)

A Figura 2.2 ilustra o funcionamento do algoritmo em um fluxograma. Inicialmente, é necessário calcular o histograma da imagem em tons de cinza de entrada. A partir daí, para cada valor possível de um *threshold*, serão calculados os pesos e médias para as classes da frente e fundo da imagem. Esses valores serão utilizados no cálculo da variância interclasses. Após todas as iterações, o *threshold* escolhido é aquele que apresentou o maior valor para a variância interclasses. O algoritmo irá iterar cada pixel na imagem e verificar seu valor. Caso

esse valor seja igual ou superior ao *threshold*, a cor do pixel será redefinida como branca. Caso o tom do pixel seja inferior ao *threshold*, sua nova cor será preta. Com isso, a saída agora será uma imagem binária em dois tons. A limiarização pelo método de Otsu apresenta resultados excelentes em imagens com histogramas bimodais, com resultados mais fracos à medida que a imagem em questão se afasta desse padrão (TOROK, 2016).

O valor do intervalo entre 0 e 1 é relativo aos níveis de sinal possíveis para a classe da imagem. Dessa maneira, um valor de nível de 0,5 corresponde a um valor de intensidade entre o valor mínimo e máximo da classe (MATHEW; KHAN; NIRANJAN, 2011).

### 2.3 REGIÃO DE INTERESSE

Um conceito importante em processamento de imagens é a Região de Interesse. Entende-se como Região de Interesse (ROI - Region Of Interest ou AOI - "Area Of Interest") a região definida automaticamente a partir de parâmetros obtidos na própria imagem (ou por um usuário) onde o processamento estará totalmente concentrado. Podemos, por exemplo, definir uma região de interesse onde sabemos por antecedência que a iluminação de fundo é constante ou foi corrigida. Normalmente, nas técnicas de processamento de imagens iremos sempre encontrar problemas no tratamento das bordas da imagem. A criação de regiões de interesse faz com que apareçam também problemas nas bordas das regiões de interesse. A solução deste problema é completamente dependente do problema ao qual o processamento de imagens está associado, i.e., ao que conhecemos e podemos levar em consideração anteriormente ao processamento (ALBUQUERQUE; ALBUQUERQUE, 2000).

### 2.4 TÉCNICAS DE REALCE

Três funções são particularmente adequadas para as técnicas de realce: *Adapthisteq*, *Histeq* e *Imadjust*.

- *Adapthisteq* é uma função que melhora o contraste da imagem em escala cinza e transforma os valores usando CLAHE (Contrast-limited adaptive histogram equalization).

O método CLAHE opera em pequenas regiões da imagem, chamadas de blocos. O contraste de cada bloco é aprimorado, de forma que o histograma da região de saída corresponda aproximadamente ao histograma especificado pelo parâmetro '*Distribution*'. Os blocos vizi-

nhos são então combinados usando interpolação bilinear para eliminar limites artificialmente induzidos. O contraste, especialmente em áreas homogêneas, pode ser limitado para evitar qualquer ruído que possa estar presente na imagem (WU; DUGELAY; SHI, 2015).

'*Distribution*' especifica a distribuição que o *adapthisteq* usa como base para criar a função de transformação de contraste. A distribuição selecionada deve depender do tipo da imagem de entrada.

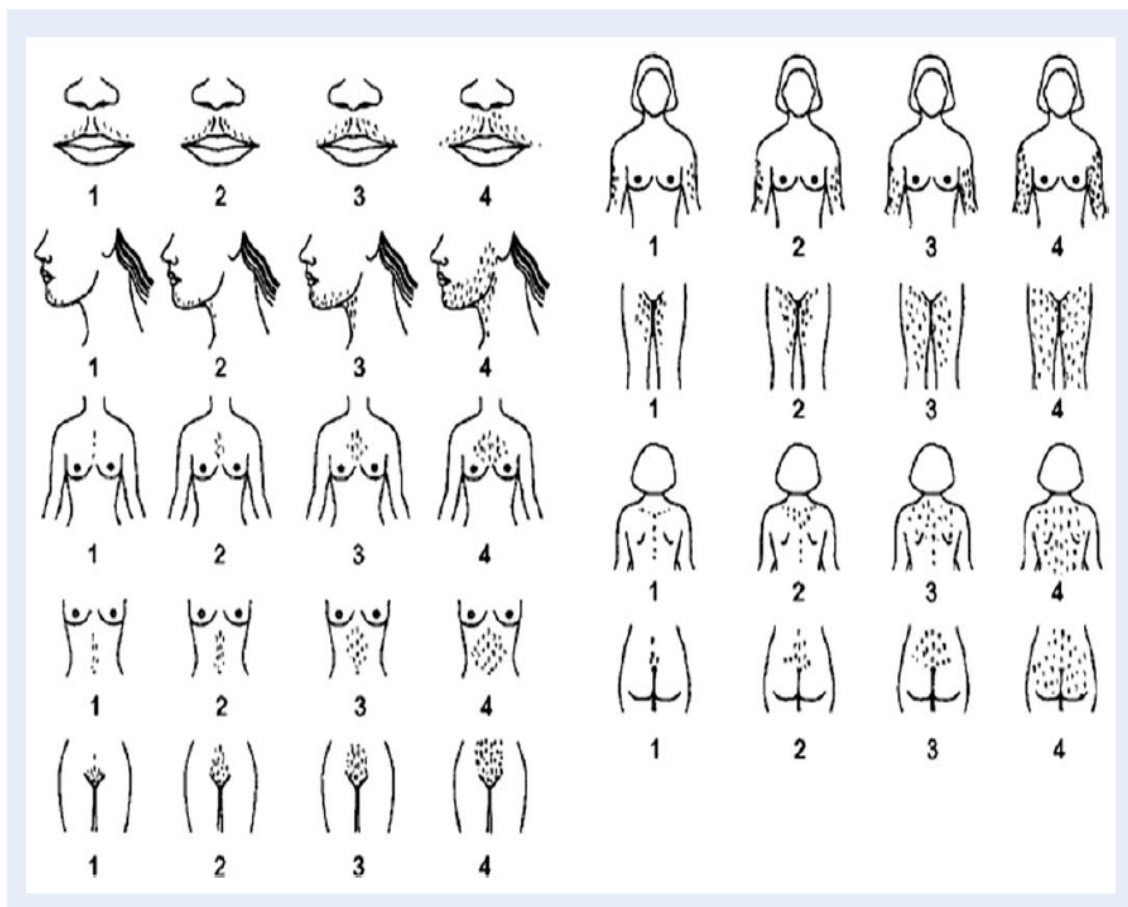
- *Histeq* realiza a equalização do histograma. Aumenta o contraste das imagens, transformando os valores em uma imagem de intensidade, de modo que o histograma da imagem de saída corresponda aproximadamente a um histograma especificado (distribuição uniforme por padrão) (SONKER; PARSAI, 2013).
- *Imadjust* É uma função de transformação de intensidade que aumenta o contraste da imagem mapeando os valores da imagem de intensidade de entrada para novos valores de tal forma que, por padrão, 1% dos dados é saturado em intensidades baixas e altas dos dados de entrada. (KAUR; KAUR, 2016).
- *Bottom-hat* é um filtro de fundo que aumenta os pontos pretos em um fundo branco, subtraindo o operador morfológico da imagem. O fechamento realiza uma dilatação seguido de erosão. O efeito é preencher buracos e juntar objetos próximos. Na morfologia matemática e no processamento digital de imagens, a transformação de fundo é uma operação que ajuda a destacar os pontos pretos em determinadas imagens, extraíndo regiões pequenas e escuras de uma imagem. A transformação *Bottom-hat* efetivamente inverte regiões de alta-frequência. As transformações de fundo são usadas para várias tarefas de processamento de imagem, como extração de recursos, equalização de plano de fundo, aprimoramento de imagem e outras (ZHOU; ABDEL-MOTTALEB, 2005).
- *Graythresh* retorna um nível global que pode ser usado para converter uma imagem de intensidade em uma imagem binária utilizando *imbinarize*. A função *graythresh* usa o método de Otsu, que escolhe o limiar para minimizar a variação intraclasse dos pixels preto e branco. Matrizes multidimensionais são convertidas automaticamente em matrizes bidimensionais usando remodelação. A função *graythresh* ignora qualquer parte imaginária diferente de zero da imagem (BHAT; PUJARI, 2013).

## 2.5 SCORE DE FERRIMAN-GALLWEY

O Escore modificado de Ferriman-Gallwey (mFG) objetiva avaliar a presença e distribuição de pelos corporais a partir de sua topografia e pigmentação, como mostrado na Figura 2.3. Considera-se hirsutismo um escore de mFG maior ou igual a 8, embora este valor possa diferir na literatura, já que existem diferenças étnicas importantes entre as populações femininas. De acordo com a distribuição dos mesmos, é obtido um score que irá definir a intensidade do hirsutismo (FLORES; FLORES; COMIM, 2013):

- Hirsutismo leve: valores entre 8 - 12.
- Hirsutismo moderado: valores entre 13 - 18.
- Hirsutismo severo: valores acima de 19.

Figura 2.3: Sistema de Pontuação mFG.



O sistema de pontuação representado na Figura 2.3, demonstra cada uma das nove áreas mais sensíveis a presença de hirsutismo, apresentando a possibilidade de escore de zero (ausência de pelos) até 4 (padrão masculinizado) (FLORES; FLORES; COMIM, 2013).

## 2.6 CONSIDERAÇÕES

A partir do embasamento teórico, um sistema de processamento de imagens geralmente é constituído das etapas de aquisição, pré-processamento, segmentação, extração das características e Interpretação. Após a aquisição, a imagem é submetida ao pré-processamento, onde ocorre a normalização e os ajustes necessários, depois, são aplicadas a segmentação e extração das características com o objetivo de aplicar em algum estudo. Tendo-se esses dados, é feita a interpretação.

De modo geral, não existe nenhum método para identificação de pelos. Esse foi um dos motivos que dificultou a comparação com algum resultado já desenvolvido.

O método de Otsu é de grande importância para definição de um *threshod* global que separa os elementos do fundo e frente da imagem, através da imagem em tons de cinza, mas não para a identificação de pelos.

Por fim, a escala de Ferriman-Gallwey, a qual, avalia a distribuição dos pelos e gera um escore para definição da intensidade do hirsutismo, serve como modelo para propor a extração de uma região de interesse através do processamento de imagem.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

A metodologia científica adotada baseou-se inicialmente no processo de revisão sistemática do tema abordado utilizando um protocolo de pesquisa que contemplou as fases descritas a seguir:

1. Estratégia de busca, onde foram definidas as palavras-chave sobre o tema e o período de publicação dos artigos.
2. Consulta nas bases de dados especializadas Scopus<sup>®</sup>, Wiley<sup>®</sup> SciELO<sup>®</sup>, IEEE<sup>®</sup>, ACM<sup>®</sup> e SPIE<sup>®</sup>.
3. Utilização da ferramenta Mendeley para o gerenciamento dos artigos retornados pelas bases anteriormente descritas;
4. Filtragem criteriosa por conteúdo dos artigos armazenados na ferramenta Mendeley.

#### 3.1 PROTOCOLO DE PESQUISA

As palavras-chave baseadas no tema abordado foram aplicadas em diferentes bases de dados. A Tabela 3.1 mostra um exemplo das palavras-chaves utilizadas para recuperar os artigos da base de dados Scopus. Nessa tabela podemos observar que nem todas as palavras-chave tiveram retorno, mesmo as que tiveram algum retorno eram de assuntos genéricos que não satisfizeram a busca em específico. A busca pelas palavras-chave foram realizadas exatamente no formato como representada na Tabela 3.1, onde o intervalo de busca dos artigos publicados se deu a partir do ano de 2013 até a data atual de 09.04.2018.

Já na base de dados da Wiley, como pode ser analisado na Tabela 3.2, as opções de busca foram através de publicações entre o período de Janeiro de 2013 até a presente data de 17.04.2018. As palavras filtradas na busca tiveram maior retorno de resultados em comparação a base de dados Scopus.

A Tabela 3.3 mostra os resultados obtidos da base de dados SciELO, as palavras-chave foram buscadas em todos os periódicos e todos os idiomas; e filtradas pela data de publicação desde 2013 até a data atual de 17.04.2018.

A base de dados do IEEE, como analisado na Tabela 3.4, foi a que mais obteve retorno de resultados através das palavras-chave filtradas, retornando números bastante significativos entre

artigos, conferências e revistas. A busca foi realizada entre o período de 2013 até a presente data de 17.04.2018.

Na base de dados ACM, mostrada na Tabela 3.5, os valores de retorno das buscas foram aproximados da base de dados do IEEE, sendo as palavras-chave filtradas por data de publicação que correspondeu ao período de 2013 até a presente data de 18.04.2018.

Por outro lado, na base de dados SPIE, como mostrado na Tabela 3.6, a busca filtrada pelas mesmas palavras-chave das bases anteriores, não retornaram nenhum resultado.

Comparando a busca pelas palavras-chave nas diferentes base de dados, pode-se observar, como mostrado nas tabelas, que apesar de algumas palavras-chave retornarem grande número de artigos, nenhum satisfaz o que foi buscado.

Tabela 3.1: Scopus.

<b>Palavras-chave</b>	<b>Número de resultados</b>
“Image Database” AND hirsutism	0
“image algorithm” AND body hair	0
“hair growth” AND hirsutism	11
Software hirsutism	20
medical imaging processing hirsutism	0
“medical imaging processing” AND hirsutism	0
computer based method hirsutism	0
computerized method hirsutism	1
software application hirsutism	39
processing image database hirsutism	5
m-health application hirsutism	0
“m-health application” AND “body hair”	0
“m-health application” AND hair	0
“Computational method” AND hair	48



Tabela 3.2: Wiley.

<b>Palavras-chave</b>	<b>Número de resultados</b>
“Image Database” AND hirsutism	0
“image algorithm” AND “body hair”	0
“processing image” AND hirsutism	0
“hair growth” AND hirsutism	0
“software hirsutism”	249
medical imaging processing hirsutism	188
computerized method hirsutism	112
“computerized method hirsutism”	0
software application hirsutism	159
m-health application hirsutism	333
processing image database hirsutism	100
Computational method hair	0
“Computational method” AND hair	43

Tabela 3.3: SciELO.

<b>Palavras-chave</b>	<b>Número de resultados</b>
Image Database” AND hirsutism	14
“image algorithm” AND body hair	126
“processing image” AND hirsutism	0
“hair growth” AND hirsutism	1
“software hirsutism”	0
“medical imaging” AND “processing hirsutism”	0
“computerized method” AND hirsutism	0
“software application” AND hirsutism	0
“m-health application” AND hirsutism	0
“processing image database” AND hirsutism	0
“computational method” AND hair	0

Tabela 3.4: IEEE.

<b>Palavras-chave</b>	<b>Número de resultados</b>
“Image database” AND hirsutism	201.942
“image algorithm” AND body hair	10
“processing image” AND hirsutism	377
“hair growth” AND hirsutism	76.487
“software hirsutism”	0
“medical imaging” AND “processing hirsutism	378.563
“software application” AND hirsutism	0
“m-health application” AND hirsutism	307.365
“processing image database” AND hirsutism	0
“computational method” AND hair	92

Tabela 3.5: ACM.

<b>Palavras-chave</b>	<b>Número de resultados</b>
hirsutism image database	3012
body hair image algorithm	9334
hirsutism processing image	7964
hair growth and hirsutism	27062
software hirsutism	6918
medical imaging processing hirsutism	6918
computerized method hirsutism	6599
software application hirsutism	13036
m-health application hirsutism	9468
processing image database hirsutism	9023
Computational method hair	23627

Tabela 3.6: SPIE.

<b>Palavras-chave</b>	<b>Número de resultados</b>
“Image Database” AND hirsutism	0
“image algorithm” AND body hair	0
“processing image” AND hirsutism	0
“hair growth” AND hirsutism	0
“software hirsutism”	0
“medical imaging” AND “processing hirsutism”	0
“computerized method” AND hirsutism	0
“software application” AND hirsutism	0
“m-health application” AND hirsutism	0
“processing image database” AND hirsutism	0
“computational method” AND hair	0

## 3.2 TRABALHOS RELACIONADOS

A seguir serão descritos os principais artigos presentes na literatura e que foram recuperados utilizando o protocolo de pesquisa previamente apresentado.

### 3.2.1 Revisão do estado da arte

Neste capítulo é apresentada uma revisão do estado da arte de métodos computacionais utilizados para o reconhecimento de imagens, mais especificamente, métodos que consigam fazer o reconhecimento e separação do pelo da pele, auxiliando assim, profissionais da área da saúde com pacientes que apresentem hirsutismo. O objetivo desta seção é investigar os métodos já existentes, descrevendo as abordagens e procedimentos utilizados por cada autor, identificando assim características em comum e os resultados alcançados nesses trabalhos.

Segundo (ALIZADEH et al., 2017), o hirsutismo pode ter impactos negativos nos aspectos psicossociais da vida da mulher, reduzindo assim, a qualidade de vida. O objetivo deste estudo foi analisar a qualidade de vida dessas mulheres durante o tratamento com laser que as mesmas foram submetidas. Oitenta e oito mulheres com pelos faciais indesejáveis foram submetidas a terapia a laser. As pacientes completaram questionários composto por um Índice de Qualidade de Vida de Dermatologia (DLQI) e Escala Analógica Visual (VAS) antes da primeira, na terceira e quinta sessões da terapia a laser, sendo essas análises estatísticas realizadas no software SSPS, versão 18. O software SPSS Statistics trabalha com todo o processo de análise estatística, planejamento, coleta de dados, análise e relatório para melhorar a tomada de decisões. As análises estatísticas serviram para demonstrar os diferentes scores entre os questionários DLQI e VAS entre os intervalos das sessões de terapia. As análises serviram para concluir que a depilação com laserterapia pode melhorar a qualidade de vida as mulheres hirsutas.

Como pode ser claramente observado nesta revisão de literatura, em nenhum momento, os autores desenvolveram algum método parecido com o que esse trabalho está propondo. O mais próximo foi usar software estatístico para demonstrar o impacto que o tratamento estava causando na vida de mulheres que apresentam hirsutismo.

O trabalho apresentado por (MOHAMED et al., 2016) tem por objetivo avaliar as alterações tricoscópicas durante o tratamento do hirsutismo. TrichoScan é um método validado para avaliar o comprimento, espessura e densidade do cabelo e a taxa de crescimento usando

Dermatoscopia. Setenta pacientes com hirsutismo facial idiopático foram submetidos ao método. Todos os participantes receberam 6 sessões de laser Nd:YAG com intervalo de 4 semanas. O laser de Neodímio YAG (ítrio-alumínio-granada) é um dispositivo que emite uma série de pulsos de alta energia em breves espaços de tempo de nano segundos, em um comprimento de onda de 1064 nm, ou seja, em infravermelho. Por apresentar baixa afinidade pela melanina é seguro, tanto em peles claras quanto em negras e bronzeadas. Todas as sessões foram avaliadas do início ao fim usando o TrichoScan. Na última análise foi possível observar que a espessura e densidade dos pelos diminuíram significativamente desde a primeira sessão, comprovando assim que o laser Nd:YAG é um método eficaz e seguro para a redução de pelos indesejáveis. Assim, o TrichoScan é um método fácil e mais preciso para monitorar o tratamento de distúrbios capilares.

Outro ponto abordado por (YANG et al., 2016) é a presença do hirsutismo durante a gravidez em algumas mulheres. Assim, foi estudado, a distribuição e progressão do crescimento terminal dos pelos em gestantes para determinar a viabilidade de um sistema simplificado de pontuação, avaliando, assim o hirsutismo. Cento e quinze mulheres grávidas e mil cento e cinquenta e nove mulheres com Síndrome do Ovário Policístico (SOP), foram submetidas a avaliação. O crescimento dos pelos terminais faciais e corporais foi avaliado pelo sistema de pontuação Ferriman and Gallwey modificado (mFG score) e o nível Total de Testosterona (TT). O resultado dessa avaliação mostrou que o nível de TT e a pontuação de mFG aumentaram à medida que a gravidez progrediu. Assim, foi desenvolvido um sistema simplificado de pontuação mFG (sFG) para determinar as principais partes corporais onde se desenvolveram o crescimento terminal de pelos. A conclusão deste estudo sugeriu que o lábio superior, região lombar, abdome inferior e coxa podem ser uma combinação simplificada efetiva do sistema de mFG para a avaliação do excesso de crescimento de pelos. A avaliação das análises hormonais foi realizada pelo software Analyst 1.4.1. Já para as análises estatísticas foi usado o software PASS 2008(NCSS Software) que determinou por meios de análise de variância o crescimento dos pelos em cada parte do corpo para o diagnóstico do hirsutismo, onde o resultado final foi obtido através do desvio padrão médio. Vale lembrar que este estudo é restrito em mulheres chinesas.

### 3.3 CONCLUSÃO

A partir das pesquisas realizadas na literatura, não foram encontrados trabalhos específicos que retornassem algum procedimento ou rotina que resolvesse o problema para a identificação dos pelos como este trabalho está disposto a propor ou solucionar. Em adição, se propôs pelo menos a extração de uma região de interesse que esteja de acordo com o escore de Ferriman-Gallwey para o diagnóstico do hirsutismo. Na maioria dos casos, as pesquisas retornaram softwares usados para mostrar as estatísticas dos impactos negativos que afetam a qualidade de vida de mulheres hirsutas ou resultados de procedimentos clínicos avaliados por algum sistema. Ou seja, mulheres que foram submetidas a algum tipo de tratamento ou terapia para remoção dos pelos.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo será apresentado os materiais utilizados para a realização desta pesquisa, como estão são descritos na seção 4.1. Na seção 4.2 também são apresentadas as etapas do método aplicado.

### 4.1 MATERIAIS

#### 4.1.1 Conjunto de imagens

Para este trabalho, foi utilizado um conjunto de 36 imagens públicas disponíveis da revisão sistemática da literatura, os quais, serviram como base para a realização dos testes.

#### 4.1.2 Matrix Laboratory (MatLab)

O MATLAB é um software destinado a fazer cálculos com matrizes (Matlab = MATrix LABoratory), desenvolvido pela MatWorks. É um software de alto nível voltado para cálculo numérico, análise de dados, cálculo com matrizes, construção de gráficos e algoritmos. É uma ferramenta usada para o processamento e transformação de imagens, pois possibilita a conversão de imagens analógicas para imagens em formato binário, representação utilizada pelos computadores. Através dessa conversão, o MatLab possui um ToolBox, ou seja, conjunto de rotinas armazenadas, que considera as imagens como matrizes de dado, permitindo a solução de problemas numéricos de maneira mais simples do que em outras linguagens de programação (MARCHETTO, 2016). O algoritmo desenvolvido nesse trabalho foi desenvolvido usando o software MatLab na versão R2017a.

#### 4.1.3 GNU Octave

O Octave é um software livre, escrito por Eaton (1997) e por vários outros Colaboradores. Originalmente concebido como livro texto para estudantes de graduação de química para a resolução de equações químicas complexas; inicialmente foi escrita por James B. Rawlings da University of Wisconsin-Madison e John G. Ekerdt of the University of Texas. O Octave é um programa de linguagem aberta, logo muitas pessoas contribuem com sentenças de comando que são adicionados às versões em fase de teste. Essas contribuições estão disponíveis no site

da GNU Octave. O software está disponível sob os termos da Licença Pública Geral do GNU (GPL) (Free Software Foundation, 1991). O programa possui uma interface por linha de comandos para a solução numérica de problemas lineares e/ou não lineares e para implementar outros experimentos numéricos usando uma linguagem que é compatível com o programa comercial Matlab (SILVA; MOODY, 2014). O algoritmo referente a segunda parte da simulação desenvolvido nesse trabalho foi desenvolvido usando o software Octave na versão 4.4.1.

## 4.2 MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PELOS

### 4.2.1 Etapas do método proposto

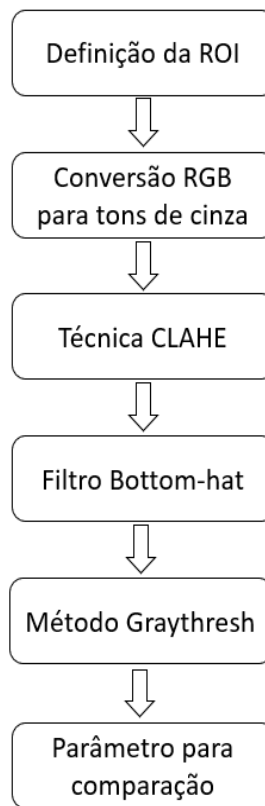
O método proposto foi dividido em duas análises, assim como são descritos abaixo:

#### 4.2.2 Primeira Análise do Método Proposto

Para a primeira análise, tomou-se uma amostra qualquer da imagem, sem considerar os padrões do escore modificado de Ferriman-Gallwey (mFG), sendo composto das seguintes etapas:

- 1º Passo: Definição da ROI.
- 2º Passo: Conversão da imagem RGB para tons de cinza.
- 3º Passo: Aplicação da técnica CLAHE através da função *Adapthisteq*.
- 4º Passo: Aplicação do filtro Bottom-hat através da função *imbothat*.
- 5º Passo: Aplicação do método *Graythresh*.
- 6º Passo: Parâmetro configurado para comparação das aplicações.

Figura 4.1: Fluxograma do Método Proposto para a primeira análise.



Fonte: Autoria própria

#### 4.2.2.1 Definição da ROI

Primeiramente, é necessário definir a região de interesse da imagem. Essa definição é feita à mão, ou seja, o usuário delimita a área que contenha pelos sobre a pele onde o processamento será concentrado.

#### 4.2.2.2 Conversão da imagem RGB para tons de cinza

A conversão da imagem RGB para tons de cinza é fundamental para extrair dados de forma mais rápida. O processamento de uma imagem colorida de três canais pode levar três ou quatro vezes mais para se obterem os dados. Por isso a importância da conversão para um canal apenas.



#### 4.2.2.3 Aplicação da técnica CLAHE através da função *Adapthisteq*

A técnica CLAHE é uma técnica de realce que melhora o contraste e a qualidade da imagem, tendo como objetivo aumentar o número de níveis de cinza durante o processamento, permitindo assim, uma melhor análise computacional.

#### 4.2.2.4 Aplicação do filtro *Bottom-hat* através da função *imbothat*

Nesse passo, a separação entre os objetos é eliminada, ou seja, buracos pequenos desaparecem. Já objetos maiores são pouco alterados, descrevendo assim, o fechamento da imagem. A aplicação do filtro, retorna a diferença da imagem onde foi aplicado o contraste (passo anterior) com o seu fechamento.

#### 4.2.2.5 Aplicação do método *Graythresh*

A aplicação da função *graythresh* utiliza o Método de Otsu para definir o *background* e o *foreground* da imagem, ou seja, a frente e o fundo da imagem através do retorno de um valor de *threshold*, definindo o pixel preto e branco da imagem.

#### 4.2.2.6 Parâmetro configurado para comparação das aplicações

O último passo é a comparação do valor de *threshold* retornado com um valor superior e inferior a esse *threshold*. O intuito é analisar se o valor da simulação pode ser melhorado com essas comparações.

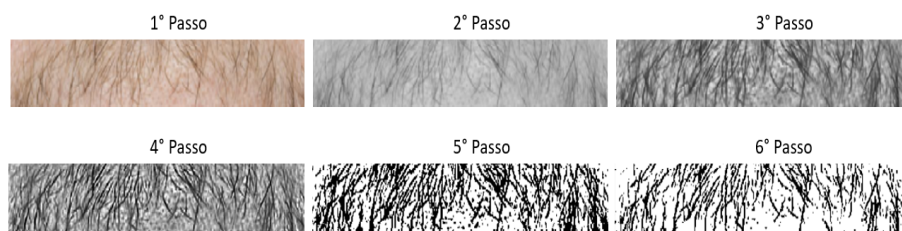
A Figura 4.2 mostra a imagem original que foi retirada da amostra para as simulações.

Figura 4.2: Imagem original para definição da ROI.



Fonte:(WONG et al., 2014)

Figura 4.3: Comparação das imagens da esquerda para direita mostrando a execução de cada passo.

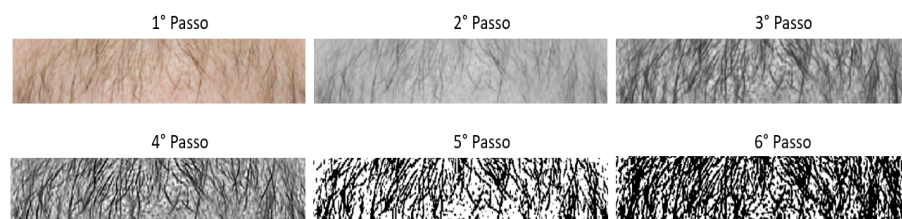


Fonte: Adaptado de (WONG et al., 2014)

No sexto passo da Figura 4.3 é apresentada o resultado da simulação com o parâmetro inferior especificado do nível global retornado pela função de *Graythresh*.

Em contrapartida, no sexto passo da Figura 4.4, é apresentada o resultado da simulação com o parâmetro superior especificado do nível global retornado pela função de *Graythresh*.

Figura 4.4: Comparação das imagens da esquerda para direita mostrando a execução de cada passo.



Fonte: Adaptado de (WONG et al., 2014)

As simulações do primeiro ao quarto passo, como mostrado na Figura 4.3 e na Figura 4.4, fazem o processamento da imagem e prepara a mesma para pós-processamento, onde são obtidas informações numéricas relevantes capaz de definir um valor de *threshold* para o fundo e frente da imagem. Esse valor é obtido através do método de *Graythresh*, como mostrado no quinto passo.

No 5º passo da simulação, é possível analisar que o algoritmo deixa bem definido os pixels preto e branco da imagem que foram comparados a partir do limiar de 0.5059 retornado.

O 6º passo da simulação, é um parâmetro especificado com o objetivo de comparar o resultado do limiar retornado pelo método de *Graythresh*. Para isso, foi considerado um limiar com diferença de 0.1000 inferior e superior do limiar retornado pelo algoritmo.

Do 5º Passo:

- Valor retornado pelo método de *Graythresh*: 0.5059

Do 6º Passo:

- Parâmetro inferior especificado: 0.4059
- Parâmetro superior especificado: 0.6059

Ao comparar a Figura 4.3 com a Figura 4.4, no sexto passo, é possível observar que ocorre perda de informação, tornado a imagem muito clara ou muito escura, dificultando o esclarecimento do fundo e da frente da imagem quando comparado com a imagem original. Dessa maneira, a segunda análise buscou realizar mais simulações durante a fase de processamento com o objetivo de melhorar o resultado das informações de retorno do método.

### 4.2.3 Segunda Análise do Método Proposto

Para a segunda análise, buscou-se representar a amostra da imagem seguindo o padrão do escore modificado de Ferriman-Gallwey (mFG), ou seja, tentou-se extrair a ROI como representado na Figura 2.3 para as simulações. Assim, a Figura 4.5 demonstra umas das soluções tomadas para adaptação da amostra.

Após a análise dos nove locais onde o crescimento do excesso de pelos terminais comuns aos homens estão presentes nas mulheres, como representado na Figura 2.3, foi realizada a adaptação da amostra, pintando as regiões que não eram de interesse para as simulações, como

pode ser observado na pintura do lábio na Figura 4.5. A importância de simular apenas as regiões de relevância, permitem que os resultados retornem valores mais precisos, ou seja, quando outras regiões que não obedecem o escore de Ferriman-Gallwey participam da simulação, pode ocorrer um erro do algoritmo, não conseguindo identificar se o valor do pixel representa a cor branca ou preta, ou ainda, a pele ou o pelo.

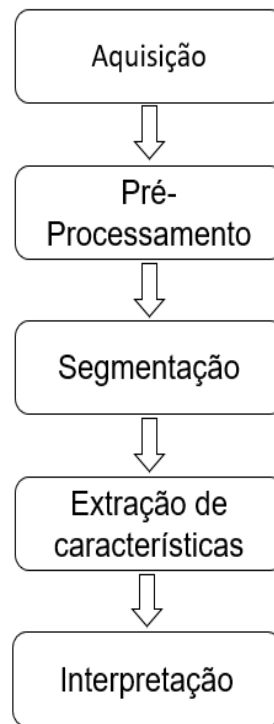
Figura 4.5: Exemplo de adaptação da ROI segundo o Escore de Ferriman-Gallwey.



Fonte: Adaptado de (YILDIZ et al., 2009)

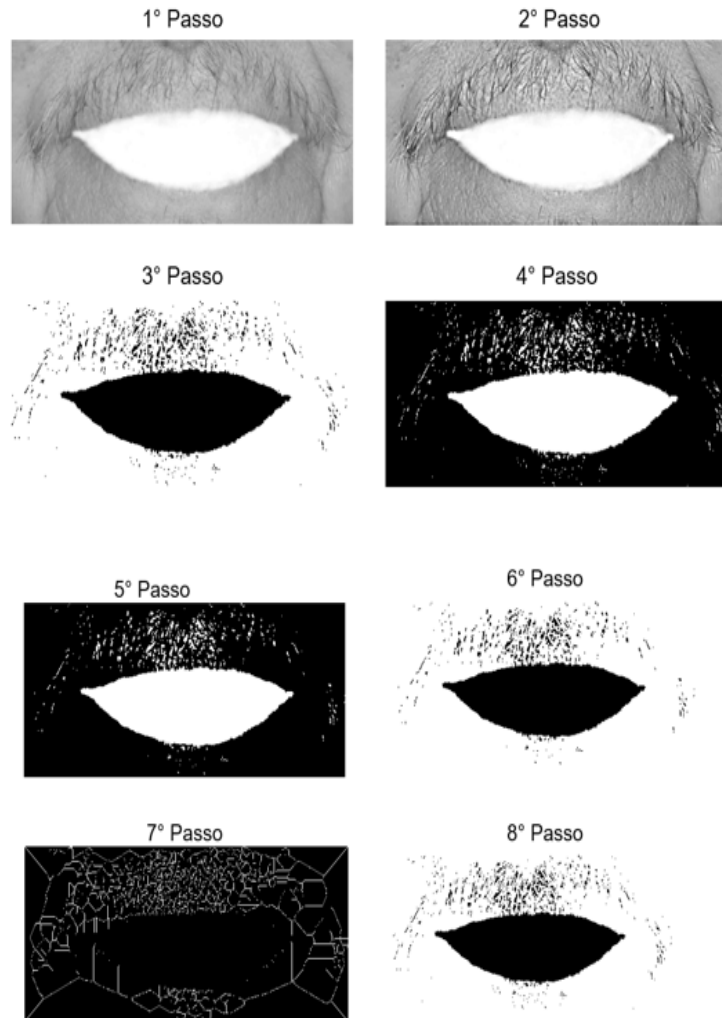
Após as devidas considerações, foram realizadas as simulações com as amostras das imagens, seguindo o fluxograma como representado na Figura 4.6.

Figura 4.6: Fluxograma do método proposto para a segunda análise.



Fonte: Autoria própria

Figura 4.7: Comparação das imagens da esquerda para direita mostrando a execução de cada passo.



Fonte: Adaptado de (WONG et al., 2014)

Após a aquisição, é realizada a definição da ROI e conversão da imagem RGB em tons de cinza, como mostrado no primeiro passo.

No pré-processamento, é utilizada a técnica de realce para melhorar o contraste e a qualidade da imagem, deixando em evidência todos os traços presentes, como analisado no segundo passo.

O próximo passo é realizar a segmentação da imagem. Por ser considerada uma das tarefas mais difíceis do processamento, este passo será melhor esclarecido com o objetivo de validar o resultado das simulações. Dessa maneira, foram realizadas análises com algoritmos

de segmentação, baseados em similaridades de níveis de cinza, aplicado em *thresholding* (limiarização). Nessa etapa, é realizada a divisão da amostra em regiões onde é possível definir os objetos e formas que a compõe, ou seja, essa divisão é composta no resultado dos pixels branco e preto, especificando o *background* e *foreground* da imagem. Esse resultado é obtido através de um nível de *threshold* global que é retornado utilizando o Método de Otsu. O valor do *threshold* é usado para converter a imagem em uma imagem binária, onde todos os pixels com intensidade maior que o nível global são substituídos pelo valor 1 (*white*), os demais pixels são substituídos pelo valor 0 (*black*), como pode ser analisado no terceiro passo.

Nesse trabalho, a média dos *thresholds* retornados durante as simulações foi de  $t = 0.5000$ , ou seja, a partir desse valor, o algoritmo foi iterando e estabelecendo o valor de cada pixel.

Em resumo:

- valor pixel  $\geq$  *threshold* é atribuído a cor branca.
- valor pixel  $<$  *threshold* é atribuído a cor preta.

No quarto passo, é realizada a eliminação dos pixels que foram resultados de um contraste ruim durante a simulação. É realizado um novo intervalo de valores para melhorar a intensidade do pixel.

Para a simulação do quinto passo, é realizado o aumento de conectividade, ou seja, a verificação se um pixel está conectado a outro, evitando a propagação de informações inconsistentes.

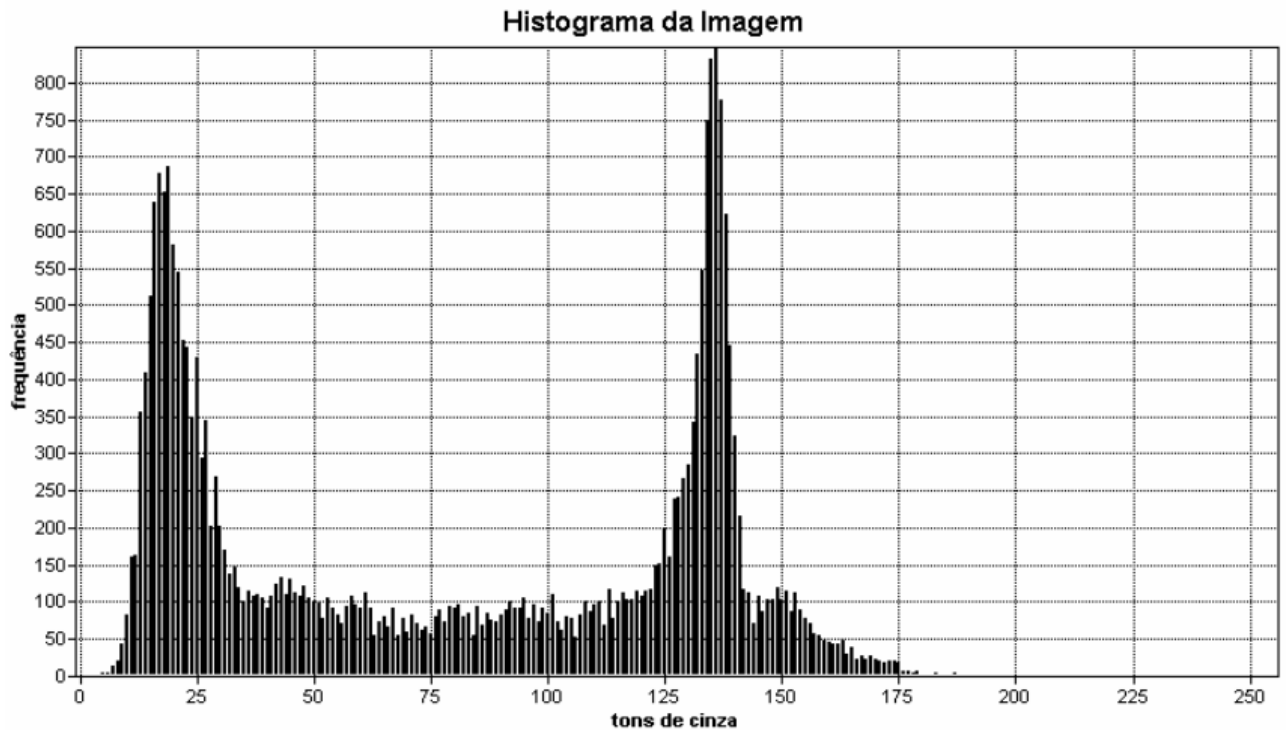
No sexto passo, é realizada a inversão do *foreground* e do *background* da imagem para no sétimo passo criar um esqueleto da imagem, realizando, novamente, a redução dos pixels redundantes.

No último passo, a imagem é reconstruída em cima de todo o processamento.

#### 4.2.4 Limiarização

A Figura 4.8 representa um exemplo de histograma que será gerado para a extração e identificação do objeto da imagem para este trabalho.

Figura 4.8: Histograma de representação da intensidade dos níveis de cinza.



Fonte: (LOPES, 2003)

É possível analisar na Figura 4.8 um histograma com as intensidades variando entre 0 (preto) e 255 (branco). Vê-se também dois picos (histograma bimodal): o primeiro representa o objeto (escuro) e o segundo o fundo da imagem (claro). Eles estão separados por um vale, que neste exemplo seria o local mais apropriado para estabelecer o limiar. Após determinar um limiar  $t$ , a imagem inteira fica dividida em duas regiões: o objeto, que recebe a cor preta (0) e o fundo da imagem, que recebe a cor branca (255), ou vice-versa (LOPES, 2003).



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados obtidos durante as simulações, demonstrando e comparando os dados dos experimentos realizados.

### 5.1 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, serão avaliadas as imagens apenas de maneira visual, do ponto de vista da computação, sem levar em conta a prática clínica.

Foram realizadas várias simulações para encontrar algum procedimento ou rotina que resolvesse o problema da identificação dos pelos. Em adição, propor a extração de uma região de interesse que esteja de acordo com o escore de Ferriman-Gallwey.

Em um primeiro momento, procurou-se avaliar os resultados através de métricas presentes no Matlab e no Octave. Essas métricas avaliam a comparação entre a ROI definida.

Na primeira análise, dentre as técnicas de realce simuladas, *Adapthisteq* foi a que retornou melhor resultado para as simulações quando comparadas as técnicas *Histeq* e *Imadjust*.

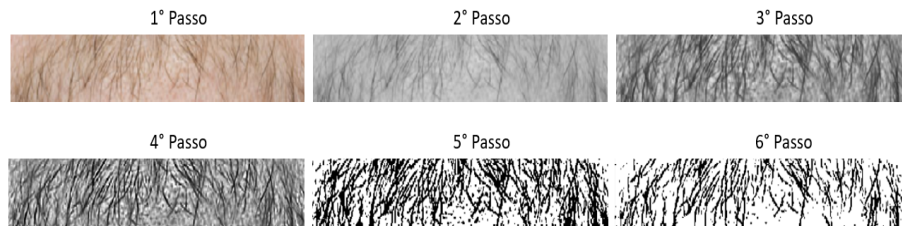
A Figura 5.1 representa a mesma simulação já analisada na Figura 4.3, onde foram explicados passo a passo do método proposto. Nessa seção, serão apresentados os parâmetros que foram decisivos para a escolha da técnica de realce *Adapthisteq*, representado no terceiro passo, bem como, mostrado abaixo:

```
J = adapthisteq(ImageConverter, 'NBins', 256, 'Distribution', 'rayleigh');
```

Tomando a imagem já convertida em tons de cinza:

- Parâmetro 'NBins' é a faixa de valores utilizada para o cálculo dos blocos que compõem o histograma, necessários para a realização do realce da imagem. Quanto maior esse intervalo, melhor é o resultado, por isso foi considerado o valor padrão de 256.
- Parâmetro 'Distribution' especifica a distribuição que *Adapthisteq* utiliza como base para a criação do realce da imagem. Ou seja, a forma como o histograma será apresentado. Para esse trabalho foi usado a distribuição de 'rayleigh' por apresentar resultados mais precisos quando comparados com outros tipos de distribuição, os quais, ocorriam perdas de informação.

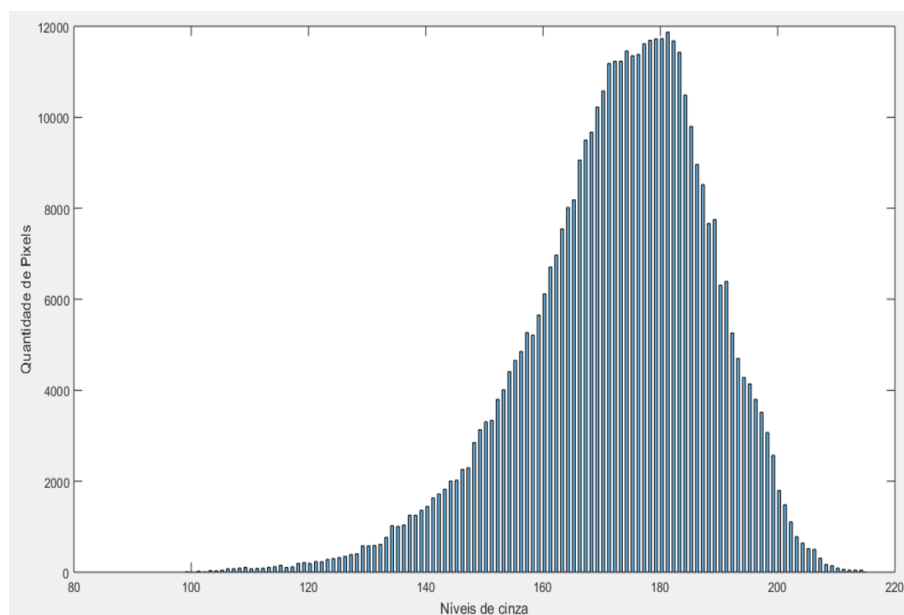
Figura 5.1: Técnica de realce *Adapthisteq* simulada no terceiro passo.



Fonte: Adaptado de (WONG et al., 2014)

O histograma da Figura 5.2 é resultado do segundo passo da simulação, onde é possível analisar que os pixels, em sua maioria, se distribuem a partir dos valores centrais, ou seja, a imagem possui muitos valores cinza em tons mais claros. Após obter o cálculo do histograma da imagem em tons de cinza, para cada valor possível de um *threshold*, serão calculados os pesos e médias para as classes da frente e fundo da imagem.

Figura 5.2: Histograma da intensidade dos níveis de cinza resultantes do segundo passo.



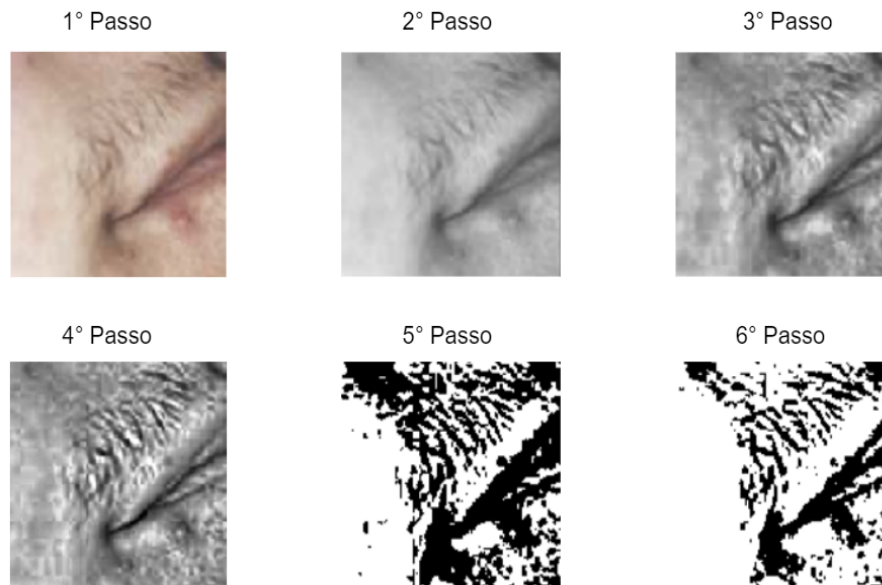
Fonte: Autoria própria.

### 5.1.1 ROI inadequada para análise

Um exemplo de uma ROI considerada inadequada para análise, pode ser observada na Figura 5.3. Nesta imagem, é possível identificar que parte do lábio esteve presente na simulação da imagem, provocando uma similaridade com os pelos, como pode ser melhor observado a

partir do 5º passo. A região labial não é de interesse para os resultados, por isso a importância de uma ROI bem definida e clara onde se façam presentes apenas pele e pelo, sem outras partes insignificantes para análise.

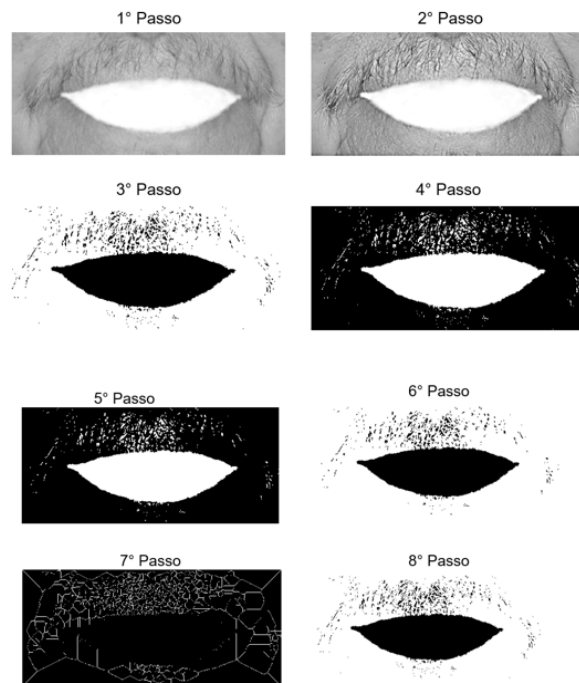
Figura 5.3: ROI inadequada para análise.



Fonte: Adaptado de (WONG et al., 2014)

Como mostrado na Figura 5.3, a escolha da ROI é fundamental para bons resultados, bem como, observado nas simulações da segunda análise que seguiram o escore de Ferri-man–Gallwey, onde todas as outras partes que não continham pelos nem pele, foram de alguma forma excluídas da simulação, como por exemplo, a exclusão do lábio, representado na Figura 5.4.

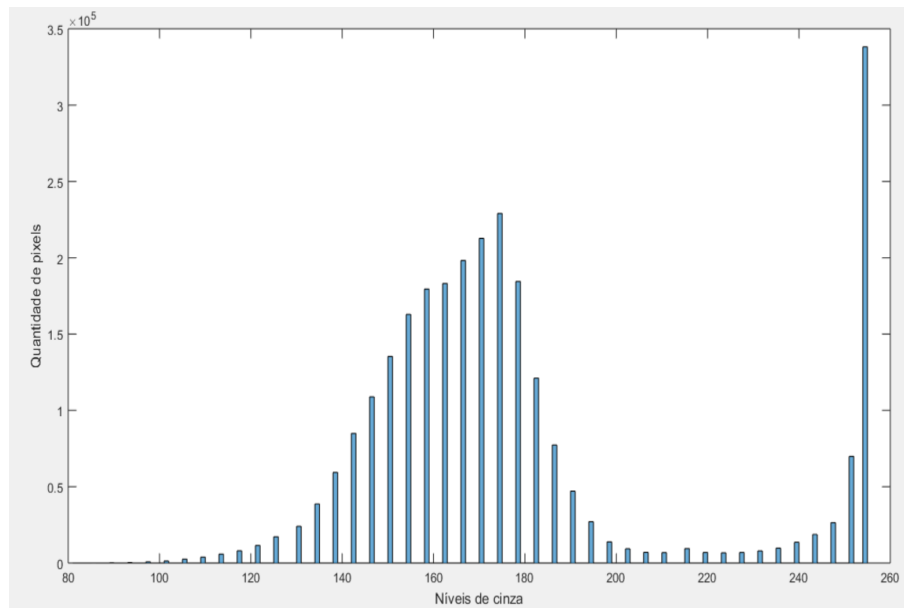
Figura 5.4: ROI adequada para análise.



Fonte: Adaptado de (WONG et al., 2014)

Da mesma maneira como analisado na Figura 5.2, o histograma da Figura 5.5 é resultado do primeiro passo da simulação, onde também é possível analisar que os pixels, em sua maioria, se distribuem a partir dos valores centrais, ou seja, a imagem possui muitos valores cinza em tons mais claros, porém a quantidade de pixels presentes em algumas áreas tem altura maior sobre cada valor na escala, apresentando uma frequência maior naquele determinado valor.

Figura 5.5: Histograma da intensidade dos níveis de cinza resultantes do primeiro passo.



Fonte: Autoria Própria.

## 5.2 VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

Para a validação dos resultados foi realizado o *Ground Truth* da imagem. O processo de *Ground truth* é fundamental para avaliar a precisão do resultado do método aplicado através da comparação com a própria imagem em *Ground Truth*.

Nesse trabalho, foi utilizado o *software Photoshop* para edição da imagem e obtenção do *Ground Truth*. Os recursos disponíveis na ferramenta, permitiram pintar menunciosamente todos os pelos de preto, e as demais regiões em branco, resultando em uma imagem binária.

Em um primeiro momento, a partir da imagem original, os pelos foram destacados em preto, como mostrado na Figura 5.6:

Figura 5.6: Destaque dos pelos em preto através da imagem original.



Fonte: Adaptado de ((MANOVICH, 2013)).

Após todos os pelos serem destacados em preto, o passo final foi representar em branco o que não era pelo, resultando na imagem final do *Ground Truth*, como mostrado na Figura 5.7:

Figura 5.7: Representação da Imagem em *Ground Truth*.



Fonte: Adaptado de (MANOVICH, 2013).

A representação do histograma da imagem em *Ground Truth*, mostrada na Figura 5.8, retorna o número exato de pixels pretos e brancos existentes na imagem, assim como a distribuição dos níveis de cinza representados no intervalo de [0-255].

Para um melhor entendimento, cada barra do histograma identifica uma tonalidade em cinza e a quantidade de pixels, obtendo-se a área do objeto em pixels.

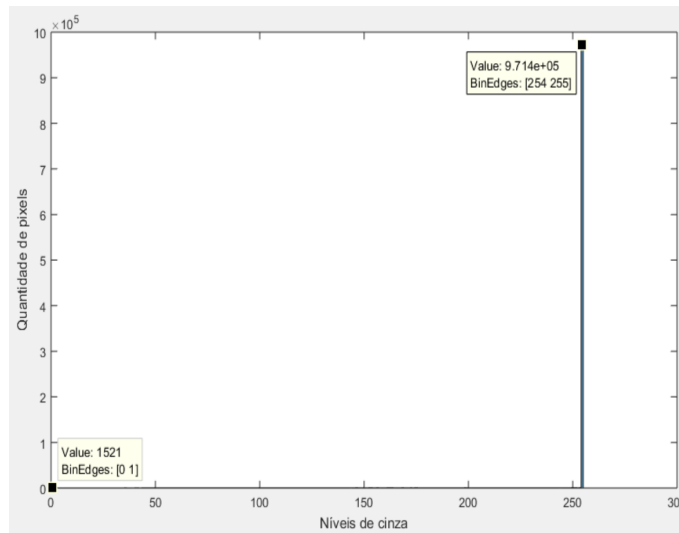
A interpretação deixa bem definido o objeto branco, representado pela barra maior, no

intervalo de níveis de cinza entre [254-255] e o objeto preto, representado no intervalo entre [0-1] presentes na imagem.

Em resumo, a Figura 5.8 demononstra o valor real da quantidade de pixels presentes na imagem, sendo dividido em:

- Pixels pretos: 1.521
- Pixels brancos: 971.400

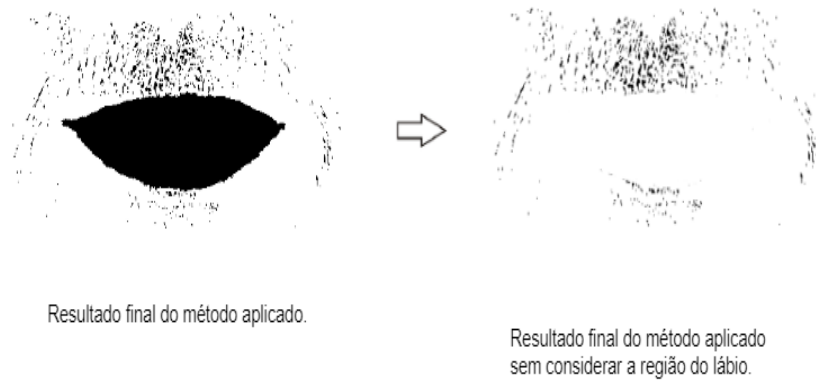
Figura 5.8: Representação da quantidade de pixels da imagem em *Ground Truth*.



Fonte: Autoria própria.

A Figura 5.9 mostra o resultado final do método aplicado. Como é possível analisar, não foi considerada a região labial, apenas os pelos e a pele para comparação com a imagem em *Ground Truth*.

Figura 5.9: Resultado do método aplicado.



Fonte: Adaptado de (SILVA; MOODY, 2014)

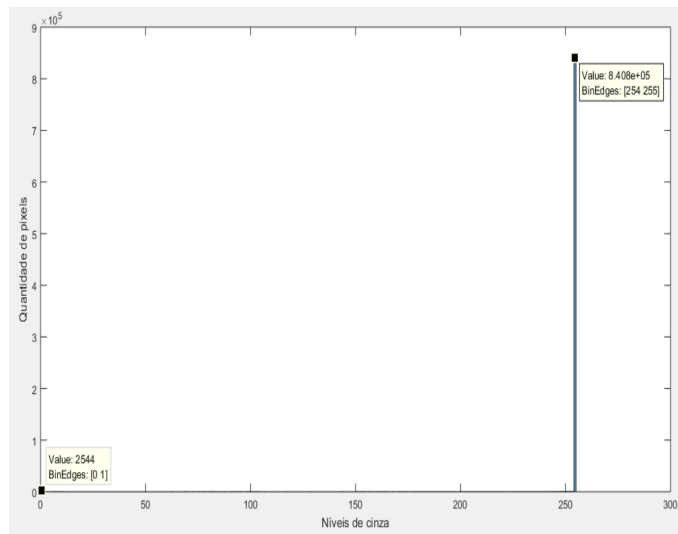
O resultado do histograma do método final respresentado na Figura 5.10 ficou similar a representação do histograma da imagem em *Ground Truth*, quanto à quantidade de pixels no mesmo intervalo entre [0-1] para os pixels pretos e entre [254-255] para os pixels brancos. Da mesma maneira, a interpretação deixa bem definido o objeto branco e o objeto preto presentes na imagem.

Em resumo, na Figura 5.10 é representado o valor real da quantidade de pixels presentes na imagem, sendo dividido em:

- Pixels pretos: 2.544
- Pixels brancos: 840.800



Figura 5.10: Representação do valor da quantidade de pixels do método aplicado.



Fonte: Autoria própria.

Ao comparar os dois histogramas, é possível analisar que o resultado final do método aplicado em relação ao resultado da imagem em *Ground Truth* foi similar quando comparado ao intervalo dos níveis de cinza, mas diferiram em relação a quantidade de pixels presentes no intervalo de cada barra.

Foram analisadas 36 imagens da revisão da literatura. Nessas imagens, a média de pixels pretos encontrados na simulação do método proposto foi 2.544 pixels. Já na imagem de *Ground Truth* foram obtidos 1.521 pixels pretos (representado os valores reais da quantidade de pixels presentes na imagem).

Fazendo a diferença de valores entre a simulação do método proposto e a imagem em *Ground Truth*, foram encontrados 1.023 pixels pretos a mais na análise do método. Esse resultado está associado a vários fatores que contribuíram para essa diferença de valores, a principal delas são os vários tons de pele analisado durante o processamento. Não apenas os tons de pele, mas qualquer outra mancha ou cicatriz que estivesse presente era entendido como pelo. Pelos muito claros também fizeram uma distorção de informações, sendo assimilados com a pele.

Com base na análise dos histogramas e na variação de pixels encontradas entre o método proposto e a imagem de *Ground Truth*, é possível observar que o método apresentou 33% de acertos para identificar o pelo e 67% de erro.

Assim, a validação dos resultados, nesse trabalho, procurou deixar bem definida a diferença de pelos que foram encontrados provenientes da simulação do Método Proposto e da

imagem de *Ground Truth*, como demonstrado no cálculo abaixo:

- Análise do método: 2.544 pixels pretos.
- Análise da imagem em *Ground Truth*: 1.521 pixels
- Diferença encontrada: 1.023 pixels pretos.

$$Erro = \frac{2544-1521}{1521} * 100$$

$$Erro = 67\%$$

$$Acerto = 33\%$$

Nessas primeiras análises dos resultados já foi tomado conhecimento que não seria possível desenvolver algum método genérico que atendesse ao problema proposto, sendo assim, as imagens foram sendo simuladas e os parâmetros adequados a cada caso em específico.

### 5.3 DIFICULDADES ENCONTRADAS

Apesar dessa área de pesquisa despertar grande interesse, foi um desafio ter os conhecimentos necessários para que esse trabalho pudesse ser realizado. Primeiramente, não foi encontrado nenhum estudo na literatura que nos desse um ponto de partida como base para iniciar o desenvolvimento do que estava sendo proposto.

Outro ponto de grande importância, já mencionado no capítulo de Resultados, que dificultou o desenvolvimento de um método genérico para a simulação de qualquer imagem, onde se buscasse a identificação de pelos, foi o fato da diferença de tons de pele. Em cada imagem testada houve alteração de parâmetros no método de simulação, devido a variação desde tons mais claros até mais escuros de pele, essa diferença existente alterava os resultados, que muitas vezes era impossível identificar o que era pele do que era pelo.

A Figura 5.11 mostra os diferentes tons de peles que foram simuladas para se obterem os resultados da identificação dos pelos.

Figura 5.11: Exemplos de imagens simuladas.



Fonte: (WONG et al., 2014)

#### 5.4 TRABALHOS FUTUROS

Como trabalho futuro, objetiva-se a ampliação do conjunto de imagens para análises, e não apenas, simulações com imagens da revisão da literatura, mas que seja possível acesso a base de dados de algum hospital, o qual, disponibilize imagens de pacientes que estejam submetidos a algum tratamento para o diagnóstico do hirsutismo, tendo como intuito obter melhores medições de acurácia.

Fica o desafio também de implementar um método que não leve em consideração os tons de pele durante as análises e simulações, e sim, possa identificar e fazer a separação precisa do pelo e da pele. Essa foi uma das maiores dificuldades encontradas no desenvolvimento desse trabalho, pelo fato das diferenças de tons ocasionarem acréscimos ou perdas de informações nos resultados.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho surgiu com o intuito de simular e/ou desenvolver um método capaz de indentificar os pelos, presentes em imagens buscadas da Revisão de Literatura, por pessoas que são diagnosticadas com Hirsutismo. Foi desafiante e motivador pelo fato de não existir nenhum trabalho desenvolvido e ter a possibilidade de criar algo novo, podendo auxiliar no diagnóstico de mulheres hirsutas.

O levantamento bibliográfico para buscar os trabalhos relacionados foi relevante para saber que de alguma forma são utilizados softwares estatísticos para avaliar mulheres hirsutas.

Para as análises foi escolhido o software Matlab, por ser referência nas simulações com imagens. Foram avaliados os métodos disponíveis que auxiliassem no processamento da imagem, sendo assim, foi trabalhada com a função de *Graythresh* que trás implementado o Método de Otsu, o qual, auxilia na definição de um *threshold* global para a separação do *background* e *foreground* da imagem. Para esse trabalho, a identificação do pelo.

A pesquisa esteve direcionada para um estudo do hospital Universitário de Santa Maria e do grupo de pesquisa CA+SA com o intuito de aproximar estudantes de diferentes áreas, para que os resultados, possam ser posteriormente aplicados no próprio hospital.

O trabalho foi difícil mensurar através das métricas presentes no Matlab, em algumas simulações ocorreram muita perda de informação que foram difíceis de analisar de forma coerente. Assim, em adição, se propôs pelo menos a extração de uma região de interesse, através de processamento de imagem, que estivesse de acordo com o Escore de Ferriman-Gallwey para diagnóstico do Hirsutismo.

Para concluir este trabalho, não foi possível desenvolver um método genérico que satisfaça qualquer imagem simulada, devido as dificuldades encontradas e já mencionadas, mas adaptando com os parâmetros específicos pra cada caso, é possível identificar as regiões que mais concentram a presença e pelos, auxiliando no diagnóstico.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. P. de; ALBUQUERQUE, M. P. de. Processamento de imagens: métodos e análises. **Rio de Janeiro, Brasil**, [S.l.], v.12, 2000.
- ALIZADEH, N. et al. Can laser treatment improve quality of life of hirsute women? **International journal of women's health**, [S.l.], v.9, p.777, 2017.
- BHAT, V. S.; PUJARI, D. Face detection system using HSV color model and morphing operations. In: NATIONAL CONFERENCE ON WOMEN IN SCIENCE & ENGINEERING (NCWSE'13). **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2013.
- ESQUEF, I. A.; ALBUQUERQUE, M. P. d.; ALBUQUERQUE, M. P. d. Processamento digital de imagens. **CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS–CBPF**, [S.l.], 2003.
- FLORES, C. B.; FLORES, L.; COMIM, F. V. Hirsutismo: avaliação e princípios do tratamento. **Revista da AMRIGS**, [S.l.], v.57, n.3, p.232–9, 2013.
- KAUR, R.; KAUR, S. Comparison of contrast enhancement techniques for medical image. In: EMERGING DEVICES AND SMART SYSTEMS (ICEDSS), CONFERENCE ON. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2016. p.155–159.
- LOPES, F. M. Um modelo perceptivo de limiarização de imagens digitais. **Universidade Federal do Paraná**, [S.l.], 2003.
- MANOVICH, L. **Software takes command**. [S.l.]: A&C Black, 2013. v.5.
- MARCHETTO, R. Utilização do software MATLAB como recurso tecnológico de aprendizagem na transformação de matrizes em imagens. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, [S.l.], v.11, n.1, p.118–130, 2016.
- MATHEW, J. A.; KHAN, A.; NIRANJAN, U. Algorithms to find the thresholds for the Abnormality Extraction of the MRI slice Images of a GUI based Intelligent Diagnostic Imaging System. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VLSI, COMMUNICATION & INSTRUMENTATION (ICVCI), PROCEEDINGS PUBLISHED BY INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER APPLICATIONS (IJCA). **Anais...** [S.l.: s.n.], 2011. p.18–23.

MOHAMED, E.-e. M. et al. Trichoscopic changes in hair during treatment of hirsutism with 1064-nm neodymium: yttrium–aluminum–garnet laser. **Journal of cosmetic dermatology**, [S.l.], v.15, n.1, p.31–35, 2016.

SILVA, I.; MOODY, G. B. An open-source toolbox for analysing and processing physionet databases in matlab and octave. **Journal of open research software**, [S.l.], v.2, n.1, 2014.

SONKER, D.; PARSAI, M. Comparison of Histogram Equalization Techniques for Image Enhancement of Grayscale images of Dawn and Dusk. **International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)**, [S.l.], v.3, n.4, 2013.

TOROK, L. Método de Otsu. **Instituto de Computação (UFF)**, [S.l.], 2016.

WONG, M. et al. Semiquantitative assessment of hirsutism in 850 PCOS patients and 2,988 controls in China. **Endokrynologia Polska**, [S.l.], v.65, n.5, p.365–370, 2014.

WU, H.-T.; DUGELAY, J.-L.; SHI, Y.-Q. Reversible Image Data Hiding with Contrast Enhancement. **IEEE Signal Process. Lett.**, [S.l.], v.22, n.1, p.81–85, 2015.

YANG, Y. et al. Assessing new terminal body and facial hair growth during pregnancy: toward developing a simplified visual scoring system for hirsutism. **Fertility and sterility**, [S.l.], v.105, n.2, p.494–500, 2016.

YILDIZ, B. O. et al. Visually scoring hirsutism. **Human reproduction update**, [S.l.], v.16, n.1, p.51–64, 2009.

ZHOU, J.; ABDEL-MOTTALEB, M. A content-based system for human identification based on bitewing dental X-ray images. **Pattern Recognition**, [S.l.], v.38, n.11, p.2132–2142, 2005.

# **ANEXOS**

---