

Trabalho Final

Avaliação de manchas na pele usando processamento de imagens

Gabriel da Silva Corvino Nogueira - 18/0113330

Dep. Ciência da Computação

Universidade de Brasília (UnB)

Brasília, Brasil

gab.nog94@gmail.com

Resumo—Este relatório tem como intuito avaliar manchas de pele a partir de métodos de segmentação e descrição de imagens. A partir dos métodos aplicados, serão apresentados resultados para uma análise de forma a diferenciar manchas de pele hipopigmentadas e manchas de pele mais escuras com base nos critérios de tonalidade e textura.

I. INTRODUÇÃO

Segundo a Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD), o vitiligo é uma doença caracterizada pela perda da coloração da pele. As lesões provenientes da doença são formadas devido a diminuição ou à ausência de melanócitos nos locais afetados. Os melanócitos são as células responsáveis pela formação de melanina, o pigmento que dá cor à pele.

A doença é caracterizada por lesões cutâneas de hipopigmentação (manchas brancas na pele). Por consequência, seu diagnóstico é essencialmente clínico, visto que as manchas hipopigmentadas tendem a ter localização e distribuição características.

Em meio à diversas formas de efetuar o diagnóstico de manchas de vitiligo, este relatório busca apresentar uma maneira alternativa com o intuito de diferenciar manchas hipopigmentadas dos demais tipos de anomalias que podem vir a afetar a pele humana. Tal abordagem consiste no uso de técnicas de processamento de imagens digitais para que seja feito o diagnóstico diferencial entre outras patologias clínicas.

Na Seção II-A será descrito o processo necessário para que a mancha em questão possa ser separada do restante da pele, e assim ser analisada de forma mais minuciosa. Tal processo fará o uso de técnicas morfológicas e de segmentação de imagens. Em seguida, na Seção II-B será detalhado o processo de diferenciação entre manchas de pele hipopigmentadas e manchas de tonalidade mais escuras por meio da análise da intensidade média dos *pixels* que formam a mancha. Finalmente, na Seção II-C será discutida a diferenciação entre tais anomalias por meio da análise de suas texturas utilizando matrizes de coocorrência de níveis de cinza e descritores de Haralick.

II. METODOLOGIA

A. Segmentação das Manchas

Para que as manchas na pele pudessem ser analisadas de forma correta, pelos procedimentos propostos nesse relatório, mostrou-se necessário que tais manchas fossem isoladas do resto da pele. Contudo, ao analisar manchas de vitiligo, foram encontrados dois padrões recorrentes.

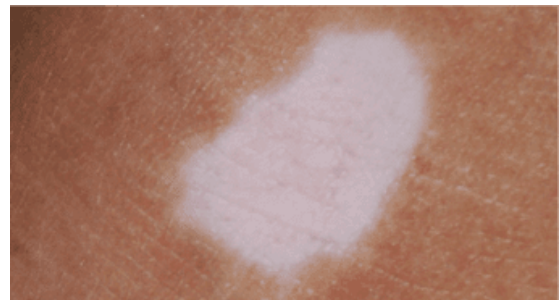


Figura 1. Padrão de mancha de vitiligo encontrado no qual a mancha é inteiramente hipopigmentada em seu interior.

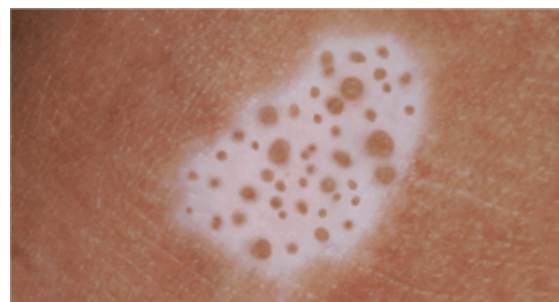


Figura 2. Padrão de mancha de vitiligo encontrado no qual a mancha tem em seu interior outras manchas com o tom semelhante ao tom original da pele.

As Figuras 1 e 2 apresentam os padrões encontrados em uma mesma mancha de vitiligo em estados diferentes da doença. Assim sendo, o padrão encontrado na mancha da Figura 2 dificulta um diagnóstico de um caso de vitiligo com base na intensidade dos *pixels* presentes na mancha, visto que a média

de intensidade dos pontos de brilho poderia ser fortemente enviesada a depender da quantidade e do tamanho das manchas menores presentes na mancha de vitiligo. Tal fato fez com que os dois tipos de mancha tivessem que ser tratados de formas diferentes em determinada parte do processo de segmentação.

Primeiramente, ambas as manchas foram convertidas para imagens monocromáticas em níveis de cinza e em seguida tiveram suas bordas e contornos suavizados por meio da aplicação dos filtros de Mediana e Gaussiano respectivamente.

Em seguida, as imagens filtradas foram binarizadas por limiar. Tal limiar foi encontrado por meio da aplicação do método de Otsu, a partir do uso da função `graythresh` do Matlab/Octave.



Figura 3. Imagem da Figura 1 após ser transformada para níveis de cinza, filtrada e binarizada por limiar.



Figura 4. Imagem da Figura 2 após ser transformada para níveis de cinza, filtrada e binarizada por limiar.

As Figuras 3 e 4 exibem os resultados do processo de binarização realizados. Todavia, é perceptível a presença de ruído nas bordas das manchas, além de buracos presentes na mancha da Figura 4. Dessa forma, para tornar as bordas dessas imagens mais uniformes, fechar buracos, e eliminar ruídos, foram aplicados processamentos de morfologia matemática binária, sendo eles abertura, fechamento e preenchimento de buracos.

As Figuras 5 e Figuras 6 apresentam os resultados dos processos morfológicos realizados nas imagens das Figuras 3 e 4. A partir da análise dessas figuras é perceptível que agora as imagens binárias estão divididas em regiões bem definidas, o que possibilita a detecção de bordas por meio do método de Canny, para que sejam identificados os limites da região de interesse em cada uma das imagens.



Figura 5. Imagem da Figura 3 após sofrer processamentos morfológicos.



Figura 6. Imagem da Figura 4 após sofrer processamentos morfológicos.

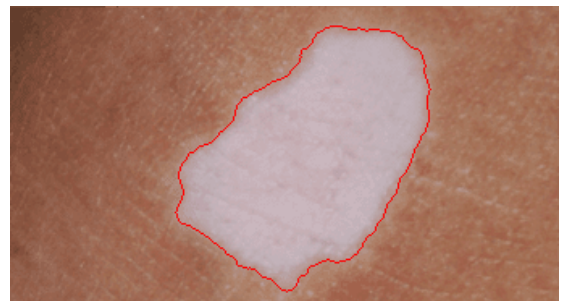


Figura 7. Bordas da imagem da Figura 5, obtidas por meio do método de Canny.

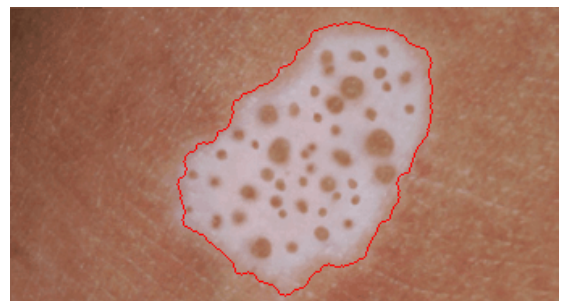


Figura 8. Bordas da imagem da Figura 6, obtidas por meio do método de Canny.

As bordas detectas por meio do método de Canny são destacadas nas Figuras 7 e 8, nas quais as bordas obtidas são sobrepostas às imagens originais.

Em posse das regiões de interesse delimitadas pelas bordas, é possível estabelecer marcadores nas imagens, para que o processo de segmentação possa ser feito de forma adequada.

Isto posto, é possível estabelecer marcadores nas imagens originais em níveis de cinza por meio da posição dos seus pontos de mínimo ou de pela posição dos seus pontos de máximo. No caso de manchas de vitiligo inteiramente brancas, o uso de pontos de máximo demonstrou-se melhor para o estabelecimento de marcadores locais. Já no caso de manchas similares à apresentada na Figura 2 pontos de mínimo são mais interessantes visto que as áreas que devem ser segmentadas na mancha são todas pontos de mínimo em comparação a mancha de vitiligo em sí.

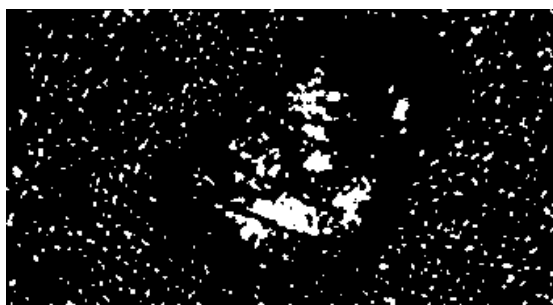


Figura 9. Pontos de máximo detectados na imagem da Figura 1 após ser transformada em uma imagem monocromática em níveis de cinza.

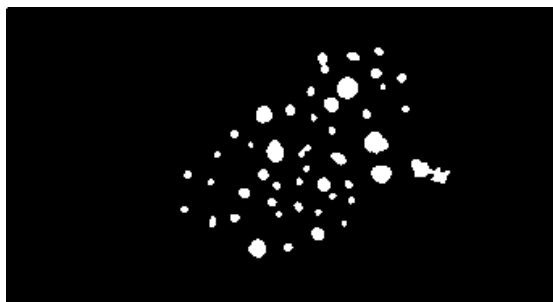


Figura 10. Pontos de mínimo detectados na imagem da Figura 2 após ser transformada em uma imagem monocromática em níveis de cinza.

As imagens apresentadas nas Figuras 9 e 10 representam, respectivamente, os pontos de máximo detectados na imagem da Figura 1 e os pontos de mínimo detectados na Figura 2. Assim, com base nas imagens contendo esses pontos, é possível aplicar processos morfológicos nas mesmas para que cada elemento contido na região liminada pelas bordas da Figuras 7 e 8 nas imagens originais seja representado por apenas um objeto de cor branca.

As Figuras 11 e 12 mostram o resultado da aplicação de processos de fechamento, abertura, abertura em área, e preenchimento de buracos nas imagens das Figuras 9 e 10.

Em vista disso, os elementos localizados dentro da região das bordas foram utilizados como marcadores para a

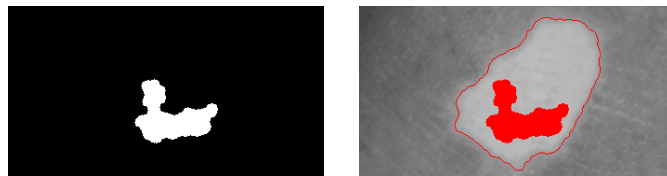


Figura 11. Imagem da Figura 9 após processos morfológicos.

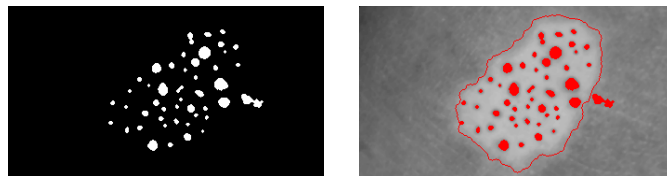


Figura 12. Imagem da Figura 10 após processos morfológicos.

segmentação *watershed*. Dessa forma, as imagens originais em níveis de cinza foram invertidas e os pontos nos quais os marcadores estavam localizados foram feitos de mínimos locais.



Figura 13. Marcadores da Figura 11 após assumirem o papel de mínimos locais na região delimitada pelas bordas da mancha de vitiligo.

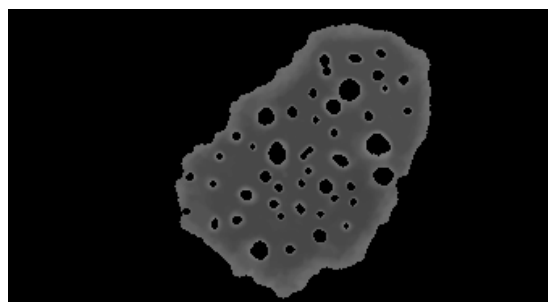


Figura 14. Marcadores da Figura 12 após assumirem o papel de mínimos locais na região delimitada pelas bordas da mancha de vitiligo.

Nas Figuras 13 e 14 são retratadas as manchas de vitiligo das contendo pontos de mínimo local nas regiões que devem ser segmentadas. Tais imagens são excelentes candidatas para a aplicação da técnica de segmentação *watershed*.

Na segmentação *watershed* a imagem é tratada como um mapa topográfico, onde cada *pixel* corresponde a uma ponto mapa, sendo que o nível de intensidade do *pixel* é equivalente a uma altura no mapa topográfico. Isto posto, a segmentação

Os resultados da segmentação das duas manchas são expressos pelas Figuras 15 e 16. Nelas, é perceptível que a maior região além do fundo define a região de interesse (a mancha de vitiligo). Portanto, é possível separar essa região do resto da imagem visto que a no ambiente em que foi implementada (Octave/Matlab), a segmentação *watershed* define cada uma das regiões obtidas por meio de rótulos assumidos pelos *pixels* da imagem. Logo, para obter a mancha de vitiligo em ambos os casos, foram computadas as ocorrências de cada rótulo para todos os *pixels* e localizado o rótulo com a segunda maior quantidade de ocorrências. Dessa forma todos os pontos da imagem original que não assumiram o valor do encontrado na imagem resultante da segmentação tiveram seus valores zerados na imagem original em tons de cinza e as manchas de vitiligo puderam ser separadas do resto da imagem.

B. Média de intensidade dos pixels da região de interesse

das intensidades dos *pixels* encontrados em uma mancha. Por ser hipopigmentada, uma mancha de vitiligo tende a assumir tons mais próximos ao branco, o que implica em uma média de intensidade alta já que a escala varia entre 0 (preto) e 255 (branco). Em alternativa, outros tipos de manchas na pele que não causam hipopigmentação tendem a assumir um baixo valor médio de intensidade, visto que sua cor se aproxima mais ao preto.

C. Matrizes de coocorrência de níveis de cinza e os Descritores de Haralick

The diagram illustrates the transformation of a 4x8 grid into a GLCM matrix. The input grid is:

1	1	5	6	8
2	3	5	7	1
4	5	7	1	2
8	5	1	2	5

Red circles highlight the 1-1 and 1-2 pairs in the input grid. Red arrows point to their corresponding positions in the GLCM matrix. The GLCM matrix is:

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2	0	0	1	0	0	0
2	0	0	1	0	1	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0
5	1	0	0	0	0	1	2	0
6	0	0	0	0	0	0	0	1
7	2	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	1	0	0	0

A Figura 17 apresenta um exemplo da construção de uma matriz de coocorrência de níveis de cinza da imagem I, a qual contém 8 níveis de brilho. Nesse caso, cada elemento $p(i, j)$ da matriz, indica a quantidade de vezes que um *pixel* de valor j ocorreu imediatamente a direita de um *pixel* com valor i . Por exemplo, o elemento $p(1, 1)$ da matriz GLCM assume o valor 1, visto que, na imagem I, a presença de um *pixel* de valor 1 imediatamente à direita de outro *pixel* que também possui valor 1 ocorre exatamente uma vez. Por outro lado, o elemento $p(2, 1)$ da matriz GLCM assume valor 2 uma vez que é possível detectar duas vezes a ocorrência de um *pixel* de valor 2 imediatamente à direita de um *pixel* de valor 1.

No caso do exemplo da Figura 17 também pode-se dizer que o *pixel* $p(i, j)$ representa a quantidade de vezes que um *pixel* de valor j ocorreu à distância $d = 1$ de um *pixel* i em um ângulo de 0° .

Como visto na Figura 18 outros ângulos podem ser utilizados para obter a distância, assim como diferentes distâncias. No caso deste experimento, para cada uma das imagens obtidas a partir dos procedimentos realizados na Seção II-A foi utilizada para gerar quatro matrizes de coocorrência, todas com a distância $d = 1$ e os ângulos 0° , 45° , 90° e 135° .

A partir das matrizes de coocorrência obtidas, é possível extrair informação delas a respeito de sua textura por meio

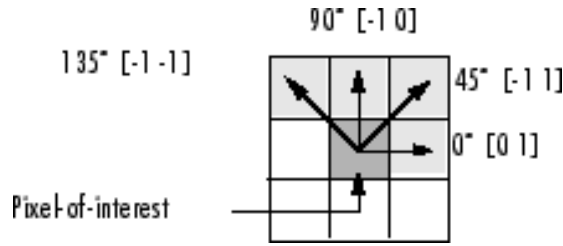


Figura 18. Parâmetros de distância e ângulo em relação ao *pixel* de interesse em uma aplicação de matriz de coocorrência em níveis de cinza.

dos **Descritores de Haralick**. Em 1973, juntamente com outros autores, Haralick definiu 14 descritores utilizados para a descrição de matrizes de coocorrência. Neste experimento, apenas 3 desses descritores foram usados, sendo eles: Segundo Momento Angular (ASM), Contraste e Correlação.

O Segundo momento angular de uma GLCM, é uma medida de homogeneidade de uma imagem e, em resumo, expressa o quão uniforme é uma textura. Seu valor pode ser obtido por meio da seguinte expressão:

$$\sum_i \sum_j p(i, j)^2 \quad (1)$$

Já o Contraste, mede a quantidade de variações locais presentes em uma imagem e pode ser obtido por meio da seguinte expressão, onde N_g representa o número de níveis de cinza suportados pela imagem:

$$\sum_{n=0}^{N_g-1} n^2 \{ \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p(i, j) \}, |i - j| = n \quad (2)$$

Finalmente há também a Correlação, a qual indica uma medida das dependências lineares de tons de cinza em uma imagem, e pode ser obtida por meio da formula:

$$\frac{\sum_i \sum_j (ij) p(i, j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (3)$$

Na Equação 3 μ_x, μ_y, σ_x e σ_y representam, respectivamente, as médias e desvios padrões das funções de densidade de probabilidade parcial p_x e p_y .

Sendo assim, para cada uma das 4 matrizes de coocorrência obtidas para cada imagem foram calculados esses descritores supracitados. Em seguida, para cada imagem, foi obtida a média de cada descritor obtido por meio das matrizes de coocorrência.

III. RESULTADOS

A. Segmentação das manchas

A partir dos procedimentos realizados na Seção II-A foi possível isolar as manchas de vitiligo do resto da pele, como apresentado nas Figuras 19 e 20.

Por meio das imagens apresentadas, é possível perceber que a na Figura 19 apresenta a mancha de vitiligo da Figura 1 praticamente completa. Já na Figura 20 é perceptível que todas as porções com a tonalidade original da pele foram retiradas da mancha de vitiligo, salvo um único elemento. Isso pode

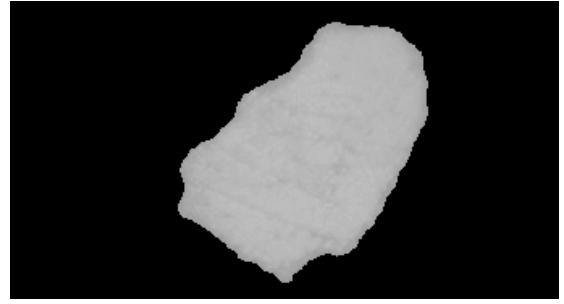


Figura 19. Mancha de vitiligo da Figura 1 após ser isolada por meio dos procedimentos realizados na Seção II-A.

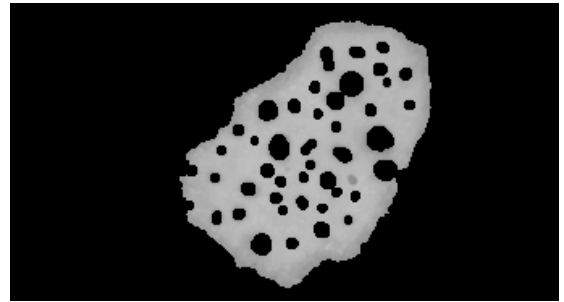


Figura 20. Mancha de vitiligo da Figura 2 após ser isolada por meio dos procedimentos realizados na Seção II-A.

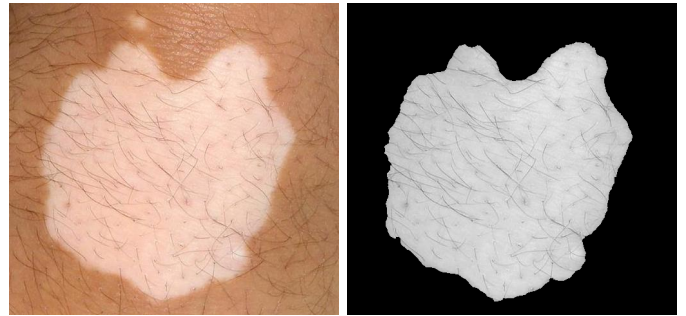


Figura 21. Mancha de vitiligo da Figura 2 após ser isolada por meio dos procedimentos realizados na Seção II-A.

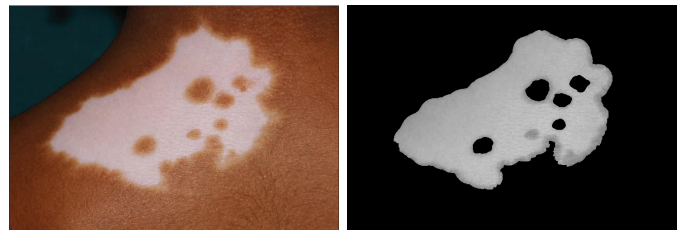


Figura 22. Mancha de vitiligo da Figura 2 após ser isolada por meio dos procedimentos realizados na Seção II-A.

ser explicado devido ao pequeno tamanho do elemento, o que impossibilitou a sua retirada no processo de segmentação.

A Figura 21 apresenta o resultado dos procedimentos aplicados em uma mancha de vitiligo com um padrão similar ao padrão presente na Figura 1. Nela, foi possível perceber que ocorreram pequenas perdas nas bordas da mancha retirada. Isso ocorreu devido à presença de pelos na pele analisada em questão. Já a Figura 22 apresenta os resultados dos procedimentos aplicados em uma mancha de vitiligo com um padrão similar ao mostrado na Figura 2. Por meio dela, também é perceptível que uma das áreas onde a pele possuía um tom mais escuro também não pode ser retirada, o que se deve também ao tamanho da região.



Figura 23. Pinta de tonalidade escura retirada da pele por meio de métodos similares aos descritos na Seção II-A.

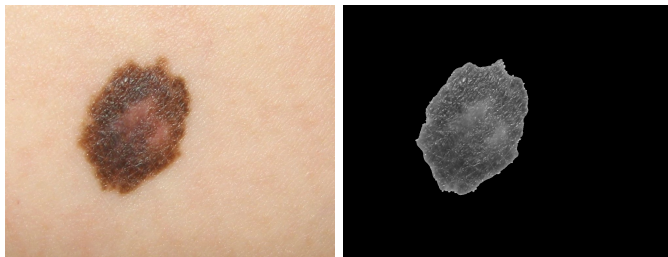


Figura 24. Pinta de tonalidade escura retirada da pele por meio de métodos similares aos descritos na Seção II-A.

As Figuras 23 e 24 apresentam dois dos quatro resultados obtidos por meio de um processo similar ao aplicado nas manchas de vitiligo na Seção II-A, contudo com o intuito de segmentar manchas escuras (pintas) da pele.

B. Média de intensidade dos pixels da região de interesse

No que diz respeito à análise entre as manchas hipopigmentadas e as manchas escuras, o cálculo da média de intensidade dos *pixels* demonstrou-se eficaz. Os valores expressos na Tabela I demonstraram que de fato há uma diferença expressiva entre os valores assumidos para vitiligo e para pintas.

Tabela I
VALORES DE MÉDIA DE INTENSIDADE DOS PIXELS DAS REGIÕES DE INTERESSE DAS IMAGENS DE VITILIGO E PINTAS NA PELE.

Média de Intensidade dos Pixels	
VITILIGO	PINTAS
207,39	88,38
173,78	99,54
180,70	137,38
175,49	108,31
Média Geral de Intensidade dos Pixels	
184,34	108,40

Sendo assim, com base nesses resultados, pode-se inferir que uma anomalia na pele pode ser classificada como vitiligo com base no valor de intensidade dos seus *pixels*, sendo que o limiar para essa classificação estaria contido no intervalo (108,184) e representaria a média da intensidade assumida pelos pixels que compõe a mancha.

C. Análise de Texturas por meio dos Descritores de Haralick

A partir das matrizes de coocorrência das imagens obtidas na Seção III-A, foi possível adquirir os Descritores de Haralick para as mesmas. Dessa forma, como cada imagem gerou 4 matrizes de coocorrência e como cada matriz fornece descritores diferentes, foi feita uma média desses descritores para que a análise de cada uma das imagens fosse realizada com êxito.

Tabela II
VALORES DE MÉDIA DOS DESCRITORES QUE REPRESENTAM O ASM EM CADA UMA DAS IMAGENS.

ASM Médio	
VITILIGO	PINTAS
0,0018187	0,00014367
0,0030623	0,00053346
0,0440080	0,00051162
0,0102580	0,00102600
ASM Médio Geral	
0,0147870	0,00055368

Tabela III
VALORES DE MÉDIA DOS DESCRITORES QUE REPRESENTAM O CONTRASTE EM CADA UMA DAS IMAGENS.

Contraste Médio	
VITILIGO	PINTAS
77,9360	495,9900
10,1940	95,3450
8,4730	116,8700
16,1130	26,5030
Contraste Médio Geral	
28,1790	183,6800

Tabela IV
VALORES DE MÉDIA DOS DESCRITORES QUE REPRESENTAM A
CORRELAÇÃO EM CADA UMA DAS IMAGENS.

Correlação Média	
VITILIGO	PINTAS
0,76620	0,83017
0,97492	0,91896
0,91283	0,85824
0,92887	0,95159
Correlação Média Geral	
0,89795	0,88974

Por meio da Tabela II é perceptível que as imagens contendo manchas de vitiligo apresentaram um segundo momento angular maior do que as imagens contendo pintas. Isso implica que as manchas de vitiligo tendem a ter uma textura mais homogênea em comparação às pintas, o que condiz com a realidade, visto que manchas de vitiligo alteram apenas a coloração da pele e não sua textura.

Por outro lado, os dados apresentados pela Tabela III demonstram que os descritores de Contraste das manchas de vitiligo assumem valores consideravelmente menores do que os descritores de Contraste das pintas. Isso implica que as pintas tender a ter uma maior quantidade de variação local na textura do que as manchas de vitiligo. Tal fato também condiz com o esperado já que as manchas escuras na pele tendem a ter um relevo, diferente das manchas de vitiligo.

Contudo os dados apresentados pela Tabela IV não demonstraram nenhuma característica capaz de diferenciar manchas de vitiligo com pintas. As duas anomalias apresentaram valores médios bem similares, o que implica que ambas possuem dependências lineares similares em tons de cinza. Dessa forma, na análise de texturas de manchas na pele, o descritor de Correlação não apresenta grande utilidade.

IV. CONCLUSÕES

A partir da análise dos dados apresentados na Seção III-B, conclui-se que o método de diferenciar manchas hipopigmentadas na pele de manchas mais escuras por meio da análise da intensidade média dos *pixels* demonstrou-se um procedimento simples e eficaz. Contudo, foi notado durante o experimento que o volume de pelos na porção de pele analisada pode influenciar o processo de segmentação, e por consequência os resultados. Assim, sugere-se que para a aplicação de tal procedimento, a região a ser analisada tenha os pelos raspados, ou que seja aplicado um algoritmo na imagem de estudo com o intuito de remover os pelos.

Além disso, o experimento demonstrou que manchas de vitiligo também podem ser diferenciadas de pintas por meio de uma análise na textura ao se avaliar o comportamento dos dados correspondentes aos descritores de Haralick nas matrizes de coocorrência das imagens. Todavia, apenas esse procedimento não garante que um mancha de vitiligo será identificada, visto que elas possuem a mesma textura que a pele ao redor da mancha. Entretanto, tal procedimento por si só pode apresentar resultados muito úteis na análise de anomalias na pele como pintas e verrugas.