

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

**DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA DETECÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE
DAPSONA, EM AMOSTRAS DE URINA UTILIZANDO SMARTPHONE**

LUCAS ANTONIO XAVIER SILVA

**ANÁPOLIS
2018-01**

LUCAS ANTONIO XAVIER SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA DETECÇÃO DE
CONCENTRAÇÃO DE DAPSONA, EM AMOSTRA DE URINA UTILIZANDO
SMARTPHONE**

Projeto de Pesquisa apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia da Computação do Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA como requisito parcial à aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso I sob orientação do Prof. William Pereira dos Santos Júnior

**ANÁPOLIS
2018 – 01**

LUCAS ANTONIO XAVIER SILVA

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente aos meus pais, Antonio Domingos da Silva Filho e Vania Xavier Silva, que sempre estiveram ao meu lado e se esforçaram para me dar um ensino de qualidade, embora não tivéssemos uma boa condição financeira. Assim como minhas tias e tios, em especial às minhas tias Maria José da Silva e Maria Aparecida da Silva Xavier, que cuidaram de mim como mães, e meu tio Juscelino Antonio da Silva, que também sempre esteve ao meu lado, além dos meus irmãos Thiago Antonio Xavier Silva e Marco Antonio Xavier Silva que me ajudaram no projeto.

Agradecimentos também ao meu orientador William Pereira do Santos Júnior, por ter me apoiado e me apresentado este projeto ambicioso. Assim como o Doutor Rodrigo, professor do curso de farmácia da UniEvangélica, que teve a ideia de fazer o aplicativo, e esteve sempre disposta a sanar dúvidas e realizar testes, assim como suas alunas, que também me ajudaram a montar as tabelas de testes. Sem esquecer dos meus colegas de classe que se tornaram amigos próximos durante minha estadia no curso, e que também estiveram ao meu lado, ajudando sempre quem podiam sem nunca pedir nada em troca, assim como meus velhos amigos do ensino médio e suas respectivas esposas/namoradas, que mantiveram contado mesmo depois de tanto tempo, sem perder nada em amizade.

E por último, mas não menos importante, gostaria de agradecer a Deus, que me dá as oportunidades que sempre tive na vida, e por cuidar de minha família e amigos, a quem eu tenho tanto apreço.

RESUMO

Este documento trata da solução de um problema de identificação de concentração do medicamento Dapsona em amostras de urina de pacientes com hanseníase, afim de melhorar métodos de análise colorimétrica, de modo que seja mais rápido e eficiente que os meios utilizados atualmente. Além explicar os métodos e técnicas utilizadas para desenvolver um software de análise e detecção, utilizando uma câmera de celular. Demonstrando procedimentos de identificação da amostra através de análise de cores, corte de imagem e análise de dados, apresentando a lógica e cálculos utilizados para resolver o problema. Demonstrando ainda os valores e resultados alcançados através de coleta e análise de dados.

Palavras-chave: Dapsona, Hanseníase, Aplicativo, Android, Colorimetria

ABSTRACT

This document will discourse about the solution of a problem with identification of concentration of the medication Dapsone in urine samples of patients with leprosy, to the purpose of improving the colorimetry analysis method so it will be faster and more efficient than the way it is done currently. It will also explain the method and techniques used to develop an analysis and detection software, using the camera of a cellphone. Demonstration procedures to identify the sample by using color analysis, image cropping and data analysis, presenting the logic and calculus used to solve the problem. Showing evidence of results and values achieved through analysis and data gathering.

Key-Words: Dapsone, Leprosy, App, Android, Colorimetry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Área de Gamut	14
Figura 2 - Geração de Uma Imagem RGB do Plano de Cor	18
Figura 3 - Tabela de Bitmap	19
Figura 4 - Resultado da Amostra de 0mg/l	23
Figura 5 - Resultado da Amostra de 1mg/l	23
Figura 6 - Resultado da Amostra de 2,5mg/l	24
Figura 7 - Resultado da Amostra de 4mg/l	24
Figura 8 - Resultado da Amostra de 5mg/l	25
Figura 9 - Nova Versão	26
Figura 10 - Corte de Imagem	27
Figura 11 - Histograma – Primeira Versão	28
Figura 12 - Histograma do Teste ‘Dia 1 0mg-1’	29
Figura 13 - Histograma do Teste ‘Dia 1 5mg-1’	29
Figura 14 - Gráfico dos Máximos do Dia 1	30
Figura 15 - Gráfico dos Máximos do Dia 2	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores válidos para cada componente RGB em uma cor segura.	18
Tabela 2 - Valores RGB das amostras de 0mg/l e 1mg/l	23
Tabela 3 - Valores RGB das amostras de 2,5mg/l e 4mg/l	24
Tabela 4 - Valores RGB das amostras de 5mg/l	25

LISTA DE ABREVIATURAS

RBG	<i>Red Blue Green</i>
IA	<i>Inteligência Artificial</i>
MaxVerm	<i>Máximo Vermelho</i>
MaxVerd	<i>Máximo Verde</i>
MaxAzul	<i>Máximo Azul</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS DA PESQUISA	11
2.1	Objetivo Geral.....	11
2.2	Objetivos Específicos	11
3	JUSTIFICATIVA	12
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
4.1	O Teste	13
4.2.1.	Análise de Cores	14
4.2.2.	Partes do Processamento	15
4.2.3.	Filtros.....	16
4.3	Processamento de Imagens	17
4.4	Bitmap.....	19
5	METODOLOGIA.....	20
6	RESULTADOS	21
6.1	Levantamento de Requisitos	21
6.1.1.	Requisitos Funcionais	21
6.1.2.	Requisitos Não-Funcionais	21
6.2	O Que Foi Desenvolvido	21
6.3	Resultados dos Testes da Primeira Versão do Software.....	22
6.4	Segunda Versão do Software	26
6.4.1.	Corte de Imagem	27
6.4.2.	Apresentação de Histograma.....	28
6.5	Resultado dos Testes.....	28
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
8	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	33

1 INTRODUÇÃO

A hanseníase já foi uma das piores doenças conhecidas pelo ser humano, e embora em alguns casos ainda não há uma cura definitiva para a doença, existem remédios que auxiliam no combate à doença Silva (2010). No entanto, ainda se tem problemas de recaídas de pacientes, pois a dapsona, medicamento essencial para o tratamento da doença, causa muitos transtornos para o paciente, devido aos seus efeitos colaterais, que podem variar tanto quanto áreas de hiperpigmentação, anemia hemolítica (falta de glóbulos vermelhos no sangue), náuseas, vômitos, diarreias, insônia, psicose reversível, hemorragia e hepatite Dapsona(2016). Devido a severidade de alguns desses efeitos colaterais, o paciente pode acabar "pulando" alguns dias de ministração do remédio.

Na área da saúde, há diversos tipos de exames que são feitos com a ajuda de softwares, porém alguns destes são de maior custo ou demorados de se fazer. Um deles é um exame feito para detectar dapsona na urina de pacientes portadores de Hanseníase. O medicamento deve ser ingerido diariamente pelo paciente, de forma supervisionada. O problema consiste na dificuldade do profissional da saúde em avaliar se o paciente está realmente se medicando corretamente. O exame é feito de modo que a urina é exposta à elementos químicos que modificam a cor da urina, e através da cor, identifica-se a quantidade de medicamento presente na amostra. No entanto, o método da análise é datado, e pode demorar muito tempo, além de ainda ser realizado a olho nú, podendo ainda ter uma margem de erro (Huikeshoven 1986, p. 279).

Partindo do pressuposto citado, como um sistema computacional irá reduzir tanto o custo quanto o tempo do teste de análise de cor, para que haja uma resposta mais rápida ao atendimento dos pacientes portadores de hanseníase?

2 OBJETIVOS DA PESQUISA

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um *software mobile* que identifica a quantidade de dapsona presente em uma amostra de urina, obtida pela câmera de um celular para captura de imagens, e aplicar métodos de reconhecimento de cores.

2.2 Objetivos Específicos

- Estudar como funciona um sistema de cores no padrão RGB (red, green, blue).
- Explicar e diferenciar os principais fatores para distinção de cores: Brilho, matriz e saturação.
- Levantar os requisitos.
- Definir a metodologia a ser utilizada.
- Identificar e aplicar os melhores métodos para a construção de um software mobile.
- Examinar e explicar como funciona o algoritmo de processamento de imagem para identificar quanto de medicação sobrou na urina do paciente.
- Desenvolver o aplicativo.
- Analisar os resultados.

3 JUSTIFICATIVA

O projeto visa melhorar os métodos de detecção de dapsona na urina, aumentando a precisão, diminuindo o tempo gasto e aumentando a praticidade do teste utilizando a câmera de um smartphone e tecnologias de colorimetria. De acordo com Huikeshoven (1986), o teste é realizado através de uma análise de cores de uma amostra de urina, porém a análise não era feita com precisão da urina, por ser realizado a olho nú.

Um aplicativo como este, auxiliará os testes laboratoriais, reduzindo o custo e tempo que são necessários para a entrega de resultados, e assim os profissionais da saúde podem responder mais rapidamente, evitando recaídas e manifestações graves da doença.

A diminuição de tempo auxiliará os profissionais de saúde a responderem melhor com os medicamentos, pois o uso da dapsona é auto administrado e deve ser feita diariamente, e é essencial para o controle da doença. Visto que na maioria dos casos, o uso do medicamento em questão deve ser feito durante um período entre 6 meses a dois anos e a interrupção do medicamento pode trazer recaídas ao paciente. Logo haverá um menor risco de ter de reiniciar o tratamento, e causar ainda mais transtorno para os pacientes Dapsona (2016).

O uso da câmera do celular permite que os profissionais da área tirem fotos, armazenar e analisar imagens para que tenham uma maneira simples de realizar testes de colorimetria detectando manchas alaranjadas nas amostras de urina, então ao detectar estas manchas, um algoritmo irá então calcular a quantidade de sulfonamidas que estariam presentes na amostra.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

A hanseníase é uma doença que causa degeneração de tecido, classificada por manchas que podem se espalhar pelo corpo. São algumas vezes avermelhadas e o indivíduo não consegue sentir a parte da pele afetada Varella (2016).

Durante a década de 60, um teste fora proposto para analisar a quantidade de di-amino-difenil-sulfona (dapsona) na urina de pacientes de hanseníase, porém o teste é pouco preciso, mas com a tecnologia que se tem hoje em dia, será possível melhorar a precisão, custo e tempo do teste. Mas primeiro precisa-se entender sobre as características da hanseníase, e como é feito o teste para saber como a tecnologia poderia auxiliar.

4.1 O Teste

A doença pode ser tratada com o auxílio de três medicamentos. A dapsona, a rifampicina e a clofazimina, no qual a primeira é auto administrada diariamente (2014, Portal da Saúde). O tratamento dura entre 6 a 25 meses. A dosagem do medicamento é ministrada via oral e mais tarde excretada pelos rins. Resquícios de dapsona podem ser encontradas na urina que podem ser identificados através de um teste colorimétrico. De acordo com Huikeshoven (1986, p. 279, tradução nossa).

[...] um teste empregando quatro papéis-filtro, três dos quais eram impregnados com cada um dos reagentes para a reação de Bratton e Marshall. O quarto Papel é encharcado em urina para ser investigado, e os três são impregnados e então aplicados em sucessão.¹

O teste citado acima foi substituído quando em 1983, os resultados indicaram que uso de um reagente chamado reagente de Ehrlich é muito mais rápido e fácil de se realizar, tendo uma porcentagem de sucesso de 96%, tendo apenas alguns resultados falso-positivos devido à exposição de amostras de urina com pH menor que 9 a bactérias durante um período de 15 dias, Huikeshoven (1986, p. 279).

Quando a urina entra em contato com o reagente de Ehrlich, sulfonamidas que provêm da dapsona reagem de forma que manchas laranjas aparecem na amostra, e a partir de coloração e intensidade da amostra é ditado o quanto de dapsona que o paciente ingeriu. Porém o teste de colorimetria é feito a olho nu, por isso ele pode demorar, e este é o teste

¹ [...] spot test employing four filter-papers, three of which are impregnated with one each of the reagents for the Bratton and Marshall reaction. The fourth paper is soaked in the urine to be investigated, and the three impregnated papers are then applied to it in succession.

mais prático que há no momento. Porém observando a tecnologia que existe hoje em dia, é possível observar que já existem algoritmos que identificam a cor de um objeto, e com auxílio da câmera de um celular, é possível tirar fotos e a partir destas fotos identificar a maneira mais rápida, prática e o quanto de medicação foi administrado ao paciente.

Os testes foram preparados em laboratório em parceria com uma equipe de farmácia, composta pelo Dr. Rodrigo Scaliante de Moura e suas alunas orientandas: Isabela da Silva Camargo e Rosane Lopes de Oliveira. O preparo foi dado através da adição medida de dapsona em algumas amostras de urina, e em seguida a urina foi impregnada em papel-filtro onde o reagente foi adicionado logo em seguida, permitindo assim que as amostras apresentassem a cor alaranjada característica do teste.

4.2 Processamento de Imagens

Processamento de imagens é uma área que é de suma importância para o sucesso do software, devido a necessidade de se processar e identificar as imagens no projeto. Porém, antes de verificarmos a parte de processamento, precisa-se primeiramente entender como funciona um sistema de cores.

Um dos modelos mais utilizados é o padrão RGB (do inglês, vermelho, verde e azul), consiste em uma representação vetorial onde $f(x, y, z)$ é preenchido em um intervalo que cada variável está entre um valor de 0 a 255, onde x recebe valores de vermelho, y recebe valores de verde e z recebe valores de azul, Gonzalez e Woods (2010).

4.2.1. Análise de Cores

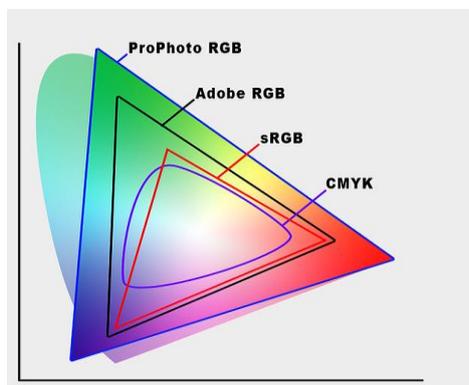


Figura 1- Área de Gamut. Fonte Entendendo o Espaçamento de Cores

Na Figura 1, exemplifica-se o sistema sRGB que é considerado o padrão, ainda não é tão abrangente como outros sistemas, porém ainda assim é o mais utilizado em fotos e imagens formadas em monitores e telas de smartphones. Segundo Gonzalez e Woods (2010, p. 1).

Uma imagem pode ser definida como uma função bidimensional, $f(x, y)$, em que x e y são coordenadas espaciais (plano), e a amplitude de f em qualquer par de coordenadas (x, y) é chamada de intensidade ou nível de cinza da imagem nesse ponto. Quando x , y e os valores de intensidade de f são quantidades finitas e discretas, chamamos de imagem digital. O campo do processamento digital de imagens se refere ao processamento de imagens digitais por um computador digital. Observe que uma imagem digital é composta de um número finito de elementos, cada um com localização e valor específicos. Esses elementos são chamados de elementos pictóricos, elementos de imagem, pels e pixels. Pixel é o termo mais utilizado para representar os elementos de uma imagem digital.

A função citada acima pode ser melhor explicada da seguinte forma: imaginando que a tela de um computador é um plano cartesiano onde a sua largura é considerado o vetor x , e a altura é considerada o vetor y . Agora imaginando que um monitor de resolução 1920 x 1080, onde o primeiro número é o valor de pixels de x , e o segundo o de y , logo neste monitor tem-se uma quantidade de pixels de $f(x, y) = 1920 * 1080 = 2.073.600$. Cada um dos pixels recebem um valor de uma cor, neste caso no modelo RGB, e ao preencher cada um destes pixels com uma cor, há uma imagem formada. O mesmo vale para fotos, a resolução de cada imagem varia, logo a quantidade de pixels também. Por isso imagens com resoluções maiores demoram mais para serem analisadas.

4.2.2. Partes do Processamento

Para Gonzalez e Woods (2010), os métodos de processamento de imagens devem ser divididos entre três partes, a primeira sendo a Aquisição de Imagens, que envolve a obtenção de uma imagem através de um aparelho de entrada e em seguida ocorre um pré-processamento, como por exemplo redimensionamento de imagens. Logo em seguida tem-se o Realce de Imagens, que manipula a imagem para que o resultado que será impresso na tela seja mais adequado a imagem que ela se refere.

O termo filtro foi emprestado do processamento no domínio da frequência, que é o tópico do próximo capítulo, no qual “filtragem” se refere a aceitar (passar) ou rejeitar certos componentes de frequência. (GONZALEZ e WOODS, p.94)

Por exemplo se um filtro é do tipo “passa-baixa”, significa que ele aceita baixas frequências, criando um efeito de borrão na imagem. Agora filtros espaciais são mais versáteis, Gonzalez e Woods (2010).

De acordo com Gonzalez e Woods (2010), para que uma filtragem espacial seja realizada, são necessários dois componentes; uma vizinhança que é uma área muitas vezes caracterizada como um triângulo, e uma operação pré-definida que é realizada em cada pixel da imagem às quais as coordenadas são iguais ao centro da vizinhança e o valor é igual ao resultado da filtragem. Os filtros são divididos em filtro espacial linear (a operação realizada sobre os pixels da imagem é linear) e não linear.

Levando em conta que, $f(x, y)$ se refere ao ponto da imagem, enquanto $g(x, y)$ é a resposta do filtro, que é igual à soma dos produtos dos coeficientes do filtro como exemplificado pela equação abaixo:

$$g(x, y) = w(-1, -1) f(x - 1, y - 1) + w(-1, 0) f(x - 1, y) + \dots + w(0, 0) f(x, y) + \dots + w(1, 1) f(x + 1, y + 1)$$

A convolução e correlação são estritamente relacionados. Lê-se correlação como o processo de mover uma máscara sobre a imagem e calcular a soma dos produtos para cada posição, a convolução age de maneira similar, com exceção de que ele pode ser rotacionado em 180°.

Verificando a função de correlação, se pode ver que ela se trata de um deslocamento de um filtro, no qual o primeiro valor será 0, e todos os outros valores terão valor +1. Imagine que a leitura da imagem comece pelo primeiro pixel no topo a esquerda, o segundo pixel será o que está ao lado direito do primeiro, e ele continuará sendo lido até que o filtro tenha percorrido toda a imagem. Mais um ponto a ser observado é que correlacionar um filtro w em uma função que contenha apenas 0s e apenas um 1 resulta em uma imagem invertida.

4.2.3. Filtros

Para gerar uma máscara de filtro espacial linear de função $m \times n$, é primeiro necessário especificar os coeficientes da máscara mn . Em seguida os coeficientes serão selecionados como a base do filtro que será feito, e sendo que a filtragem é linear, é necessário também que realizar a soma dos produtos. Veja o seguinte exemplo:

Por exemplo, suponha que queiramos substituir os pixels de uma imagem pela intensidade média de uma vizinhança 3×3 centrada nesses pixels. O valor médio de qualquer posição (x, y) na imagem é a soma dos nove valores de intensidade da vizinhança 3×3 centrada em (x, y) dividida por 9. Com $z_i, i = 1, 2, \dots, 9, \dots$, (GONZALEZ e WOODS, p.99).

Para Gonzalez e Woods (2010) importância de entender o básico de como a tecnologia de processamento de imagens funciona é essencial para saber como um código deve ser feito, máscaras de filtro por exemplo utilizam a mesma lógica para ler imagens e modificá-las. Em seguida poderá ser visto como funciona o processamento de imagens coloridas.

De acordo com Gonzalez e Woods (2010) pode-se separar os principais fatores utilizados para distinção de cores. Brilho, matiz e saturação. Brilho se trata de uma noção acromática de intensidade. Matiz é o comprimento de onda dominante entre as ondas de luz. Logo a matiz é a representação da cor dominante de um objeto. A saturação é ao quanto a luz branca se mistura a matiz, onde cores puras possuem aspectos saturadas.

O matiz e a saturação juntos são chamados de cromaticidade, logo uma cor pode ser caracterizada por seu brilho e cromaticidade. A quantidade de vermelho, verde e azul necessárias para formar uma cor em particular são chamadas de triestímulo, que são representadas por X, Y e Z, respectivamente. Logo uma cor é basicamente formada pelos coeficientes tricromáticos, Gonzalez e Woods (2010).

Logo é possível verificar que $x + y + z = 1$.

4.3 Processamento de Imagens

Um modelo de cor é caracterizado uma especificação de um sistema de coordenadas em um subespaço em que cada cor é representada por um único ponto. O modelo de cores também pode ser chamado como espaço ou sistema de cores, e é usado para facilitar sua especificação. Na figura 1, percebe-se um exemplo onde são colocadas quatro modelos de cores dispostas em um plano cartesiano.

Imagens representadas por um modelo RGB possuem três componentes de imagens para cada uma das cores primárias. Como é exemplificado na Figura 3, este sistema é utilizado para produzir cores compostas em um monitor, por exemplo.

O número de bits utilizados para representar cada pixel em espaço RGB é chamado de profundidade de pixel. Considere uma imagem RGB na qual cada uma das imagens, vermelha, verde e azul, seja uma imagem de 8 bits. Nessas condições, diz-se que cada pixel de cores RGB [isto é, um trio de valores (R , G , B)] tem uma profundidade de 24 bits (3 planos de imagem multiplicado pelo número de bits de cada plano). O termo full-color ou simplesmente imagem colorida costuma ser utilizado para expressar uma imagem de cores RGB de 24 bits. O número de

cores em uma imagem RGB de 24 bits é $(28)^3 = 6.777.216$. (GONZALES e WOODS, p.256).

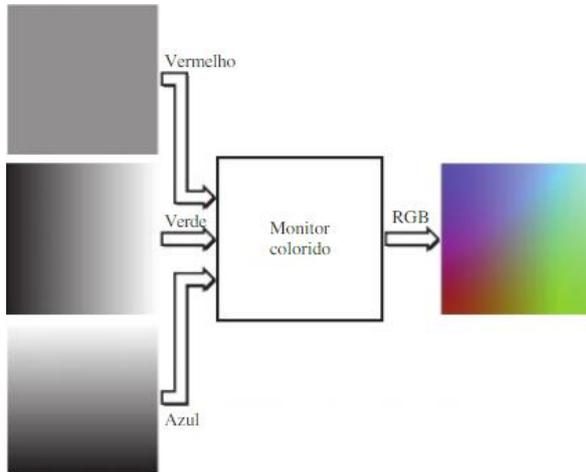


Figura 2-Geração de uma imagem RGB do plano de cor. Fonte Processamento Digital de Imagens (GONZALEZ e WOODS, p.266)

Para Gonzalez e Woods (2010) os monitores e placas de vídeo utilizadas mais comumente possuem uma representação razoável de imagens de 24 bits, porém ainda são limitados a apenas 256 cores. Agora será assumido que dessas 256 cores, 40 delas são padronizadas de maneira diferente dependendo do sistema operacional, deixando apenas 216 cores comuns à maioria dos sistemas.

Cada uma das cores no padrão RGB são formados pela combinação de três valores, e o resultado dos valores combinados só podem ser iguais a 0, 51, 102, 153, 204 ou 255. Logo as combinações RGB sempre serão $(6)^3 = 216$. Estes valores costumam ser convertidos para valores hexadecimais como exemplificado na tabela 1.

Sistema numérico	Equivalentes em cores					
Hexadecimal	00	33	66	99	CC	FF
Decimal	0	51	102	153	204	255

Tabela 1- Valores válidos para cada componente RGB em uma cor segura. Fonte: Adaptado de Processamento Digital de Imagens (GONZALEZ e WOODS, p.267)

Lembrando que o valor de (FF) $16 = (255)_{10} = (11111111)_2$, logo pode se perceber que o agrupamento dos números em hexadecimal para forma de byte é igual a 8 bits.

Como são necessários três números para formar uma cor RGB, cada cor segura é formada a partir de três dos números hexadecimais de dois dígitos da Tabela 6.1. Por exemplo, o vermelho mais puro é FF0000. Os valores 000000 e FFFFFFFF representam preto e branco, respectivamente. Tenha em mente que o mesmo resultado é obtido utilizando a notação decimal, mais conhecida. Por exemplo, o

vermelho mais intenso em notação decimal tem R = 255(FF) e G = B = 0. (GONZALES e WOODS, p.257).

O processamento de imagens é dado por modelos de pseudocores, que consiste na atribuição de cores a valores de cinza com base em certos critérios. Sua principal utilização é na visualização e interpretação em tons de cinza em uma imagem, Gonzalez e Woods (2010).

4.4 Bitmap

A biblioteca Android utilizada aplicar filtros, identificar cores e manuseio de imagens em geral é a biblioteca de bitmap, que de acordo com Cesar (2015), trata-se de uma imagem formada por pixels, representando uma imagem com alto nível de detalhe, que s houver um aumento nas proporções, podem haver uma distorção considerável. A definição dada pela Developer Network em sua documentação do framework .NET é:

Um bitmap é uma matriz de bits que especifica a cor de cada pixel em uma matriz retangular de pixels. O número de bits dedicados a um pixel individual determina o número de cores que podem ser atribuídos a esse pixel. Por exemplo, se cada pixel é representado por 4 bits, em seguida, um determinado pixel pode ser atribuído uma das 16 cores diferentes ($2^4 = 16$) [...] (DEVELOPER NETWORK).

As imagens são armazenadas em disco possuem blocos de informações contendo o número de bits por pixel, “[...] o número de pixels em cada linha e o número de linhas na matriz. Esse arquivo pode conter uma tabela de cores [...]”, (DEVELOPER NETWORK).

Leve em conta a Imagem 3 como exemplo onde:

Examinar o pixel na linha 3, 5 de coluna da imagem. O número correspondente no bitmap é 1. A tabela de cores nos informa que 1 representa a cor vermelha, portanto o pixel é vermelho. Todas as entradas na linha superior do bitmap são 3. (DEVELOPER NETWORK).

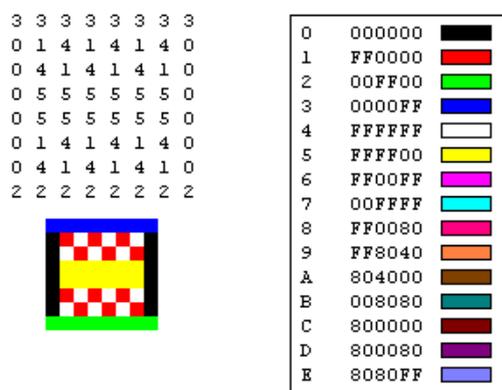


Figura 3-Tabela de Bitmap. Fonte Tipos de Bitmap (DEVELOPER NETWORK)

5 METODOLOGIA

O projeto trata-se de uma pesquisa investigativa e explicativa que apresentará um meio mais rápido e menos custoso de se realizar um teste de cor de uma imagem, para identificar a quantidade do medicamento dapsona na urina, mostrando os métodos utilizados para construir um software, baseando-se em tecnologias existentes e como aplica-las para os testes de urina.

Logo, haverá um problema solucionado através de meios quantitativos, apresentando dados e cálculos aplicados à computação gráfica e processamento para explicar como um software deste cunho se portaria, e como ele solucionaria o problema e melhoria do sistema.

Os estudos e documentos podem ser divididos entre duas áreas: saúde, no qual tenta-se entender como a hanseníase age na pessoa, seguido de como a dapsona é necessária para o tratamento do paciente, e se o controle do medicamento cria uma necessidade de desenvolvimento de uma tecnologia para melhorá-la. Em seguida, foi necessário pesquisar sobre a área de desenvolvimento de software, procurando as melhores maneiras de fazer um software que atenda a demanda.

As fontes das pesquisas são exclusivamente dadas de forma terciária, utilizando livros, pesquisas, sites e bulas de remédio, para que se tenha uma noção de como o medicamento afeta o paciente, e as possíveis recaídas que ele pode ter devido os efeitos colaterais causados pelo medicamento.

O principal objetivo é desenvolver um aplicativo capaz de analisar as amostras, identificando as cores presentes na imagem, utilizando bibliotecas de identificação de cores, e em seguida, identificar um padrão, para então indicar a quantidade (em miligramas) do medicamento dapsona presente na urina, auxiliando profissionais e pacientes a manter o controle do medicamento, e assim combater a doença de maneira mais eficiente.

6 RESULTADOS

6.1 Levantamento de Requisitos

6.1.1. Requisitos Funcionais

RF01 – Poder selecionar foto para análise.

RF02 – Ter opção de visualizar histórico das análises já feitas.

RF03 – Visualizar em cada item o histórico, hora, data e nome do item.

RF04 – Salvar análises.

RF05 – Nomear análises

RF06 – Utilizar câmera do celular diretamente pelo aplicativo.

RF07 – Usuário deverá ter a opção de selecionar a área circular da imagem para que a análise seja feita a partir dessa análise.

6.1.2. Requisitos Não-Funcionais

RNF01 – Rodar em todos os aparelhos Android a partir da versão 5.1.

RNF02 – Interface simples, ser fácil de aprender a usar (usabilidade).

RNF03 – Possuir uma taxa de ocorrência de erro baixa (confiabilidade).

RNF04 – Tempo de resposta rápido (desempenho).

RNF05 – Tolerância a falhas (manutenibilidade)

6.2 O Que Foi Desenvolvido

Até o momento, o desenvolvimento do software produziu os seguintes artefatos:

- Galeria
- Seleção de fotos
- Identificação de cores
- Seleção de área de pixel
- Identificação de valores RBG para um pixel
- Identificação de média para cada valor de RGB
- Identificação de menor/maior valor de RGB
- Corte da Imagem
- Identificação dos valores de todos os pixels da imagem selecionada
- Desenvolvimento de 'Tabs' para melhor organizar os resultados dos testes
- Arranjo dos valores de pixels em Arrays
- Análise e apresentação de graficos dos pixels

O aplicativo desenvolvido usa as bibliotecas e referências padrões do Android, tanto para galeria quanto para a seleção de fotos. As cores são identificadas pela biblioteca bitmap do Android e os valores de RGB de cada bit são identificados por uma função que identifica uma área da imagem que foi pressionada chamada `setOnClickListener`. Em seguida os valores de cada pixel serão extraídos pela função `bitmap.getPixel` (Android, 2017) que receberá parâmetros da área que foi pressionada e em seguida retornará uma variável bitmap que avalia apenas a área selecionada pelo “clique”, e então os valores de vermelho, verde e azul serão extraídos de cada um dos pixels pelas funções `Color.red`, `Color.green` e `Color.blue`, respectivamente.

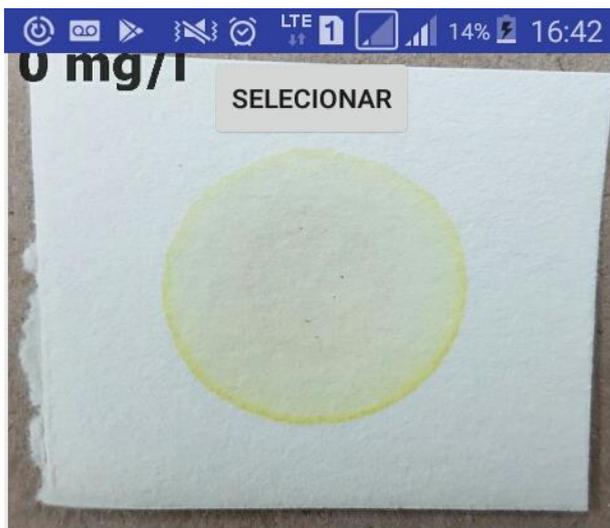
As identificações de médias e menor/maior valor são guardadas em variáveis globais separadamente para cada cor, e calculadas individualmente dentro da função `setOnClickListener`, em seguida apresentadas ao front-end do Android.

6.3 Resultados dos Testes da Primeira Versão do Software

Levando em conta os dados apresentados nas figuras 4, 5, 6, 7 e 8, identifica-se que o menor valor de azul é fixamente 105 em todas as amostras, e o maior valor de azul apenas foi diferente de 205 na figura 7 e 8 onde a cor alaranjada é mais forte. As médias estão variando bastante.

As variáveis diversas são apenas adicionadas para que haja uma verificação e uma diferenciação maior de cada amostra para que possa reduzir as chances de falsos positivos na amostra.

O teste da Imagem 8 foi realizada em uma amostra de 5mg, que de acordo com Huikeshoven (1986) é a dosagem ideal para os pacientes, logo qualquer valor abaixo de 5mg deverá ser considerado como fora dos padrões aceitáveis.



Vermelho: 191
 Verde: 200
 Azul: 191
 Média Vermelho: 191.71776
 Média Verde: 199.71776
 Média Azul: 184.92491
 Menor/Maior Vermelho: 106/204
 Menor/Maior Verde: 117/214
 Menor/Maior Azul: 105/205

Figura 4- Resultado da Amostra de 0mg/l



Vermelho: 185
 Verde: 197
 Azul: 187
 Média Vermelho: 186.6433
 Média Verde: 197.1441
 Média Azul: 184.64368
 Menor/Maior Vermelho: 106/204
 Menor/Maior Verde: 117/214
 Menor/Maior Azul: 105/205

Figura 5- Resultado da Amostra de 1mg/l

Figura 4 – 0mg/l			Figura 5 – 1mg/l		
Variáveis	Valores	Tipo	Variáveis	Valores	Tipo
Vermelho	191	Int	Vermelho	185	Int
Verde	200	Int	Verde	197	Int
Azul	191	Int	Azul	187	Int
Média Vermelho	191.71776	Float	Média Vermelho	186.6433	Float
Média Verde	199.71776	Float	Média Verde	197.1441	Float
Média Azul	184.92491	Float	Média Azul	184.64368	Float
Menor Vermelho	106	Int	Menor Vermelho	106	Int
Maior Vermelho	204	Int	Maior Vermelho	204	Int
Menor Verde	117	Int	Menor Verde	117	Int
Maior Verde	214	Int	Maior Verde	214	Int
Menor Azul	105	Int	Menor Azul	105	Int
Maior Azul	205	Int	Maior Azul	205	Int

Tabela 2- Valores RGB das amostras de 0mg/l e 1mg/l



Figura 6- Resultado da Amostra de 2,5mg/l



Figura 7 - Resultado da Amostra de 4mg/l

Figura 6 – 2,5mg/l			Figura 7 – 4mg/l		
Variáveis	Valores	Tipo	Variáveis	Valores	Tipo
Vermelho	188	Int	Vermelho	185	Int
Verde	196	Int	Verde	194	Int
Azul	184	Int	Azul	183	Int
Média Vermelho	188.93753	Float	Média Vermelho	181.521	Float
Média Verde	196.93753	Float	Média Verde	195.40797	Float
Média Azul	182.93753	Float	Média Azul	168.86713	Float
Menor Vermelho	106	Int	Menor Vermelho	106	Int
Maior Vermelho	204	Int	Maior Vermelho	204	Int
Menor Verde	117	Int	Menor Verde	117	Int
Maior Verde	214	Int	Maior Verde	212	Int
Menor Azul	105	Int	Menor Azul	105	Int
Maior Azul	205	Int	Maior Azul	201	Int

Tabela 3- Valores RGB das amostras de 2,5mg/l e 4mg/l



Figura 8 - Resultado da Amostra de 5mg/l

Figura 8 – 5mg/l		
Variáveis	Valores	Tipo
Vermelho	191	Int
Verde	201	Int
Azul	192	Int
Média Vermelho	189.40515	Float
Média Verde	197.40515	Float
Média Azul	186.40515	Float
Menor Vermelho	106	Int
Maior Vermelho	206	Int
Menor Verde	117	Int
Maior Verde	217	Int
Menor Azul	105	Int
Maior Azul	210	Int

Tabela 4- Valores RGB das amostras de 5mg/l.

6.4 Segunda Versão do Software

A partir da segunda versão do software, foi retirado elementos como os valores de Vermelho, Verde e Azul, substituindo-os pelos valores da Mediana Vermelho, Mediana Verde e Mediana Azul, pois os primeiros valores eram utilizados para ver apenas o pixel em que foi clicado, e sendo apenas um dentre milhares de pixels, acaba sendo irrelevante. A nova versão pode ser vista na Figura 9.



Figura 9 – Nova Versão

Os valores das Medianas, são os valores dados pela mediana entre os valores de Maior e Menor de cada cor. Além da mudança nos dados, foi também adicionado um sistema de 'tabs', para dividir os dados mais eficientemente. A TAB 1 realiza a seleção e corte da imagem e realiza o teste de colorimetria, além de mostrar os dados que podem ser vistos na figura 9. Já o TAB 2 armazena os dados de Máximo Vermelho/Verde/Azul e histograma de cores que serão explicados mais adiante.

6.4.1. Corte de Imagem

O software utiliza ainda um corte de imagem para reduzir possíveis erros que possam haver na detecção da imagem. Utiliza-se a biblioteca de imagens do Android Image Cropper (2018). A biblioteca é responsável por fazer o corte da imagem selecionada pelo usuário e disponibilizar a nova imagem para ser analisada pelo código de reconhecimento de bitmap. O próprio usuário seleciona a área que será separada, o tipo de corte é dado de forma retangular, utilizando a função da biblioteca de `setCropShape()`. A figura 10 exemplifica como é feito o corte da imagem.

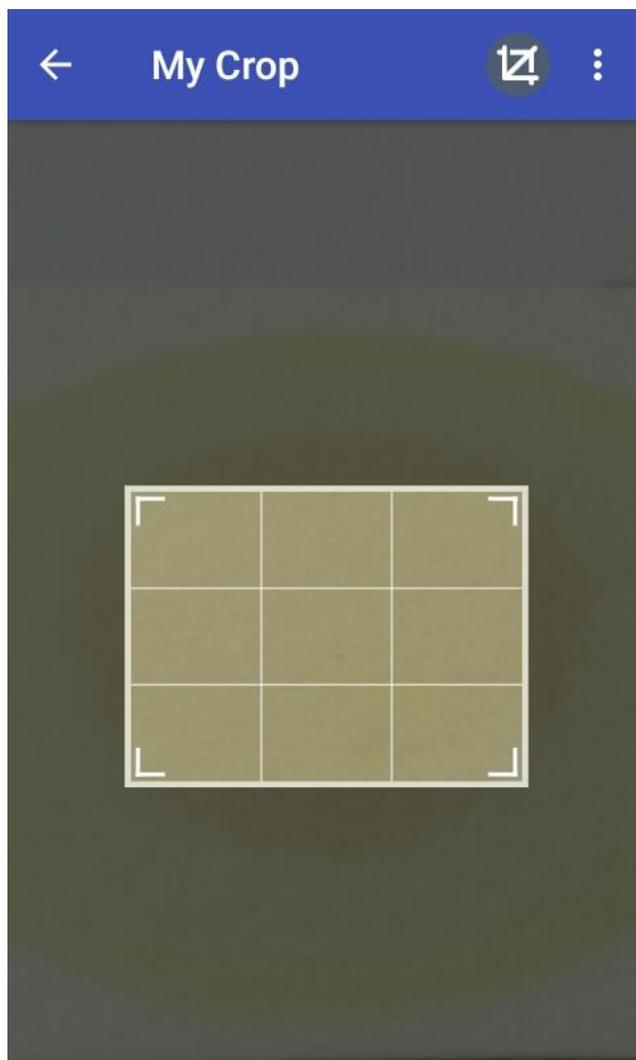


Figura 10-Corte de Imagem

6.4.2. Apresentação de Histograma

Após a imagem ser cortada e o teste de colorimetria ter sido feita, os valores de vermelho, verde e azul de cada pixel são armazenados e enviados para um gráfico, como pode-se verificar na figura 10. Onde o vetor X representa os valores entre 0 e 255 dos pixels, e o vetor Y identifica quantas vezes aquele valor se repetiu. O gráfico usa a biblioteca MPAndroidChart (2018).

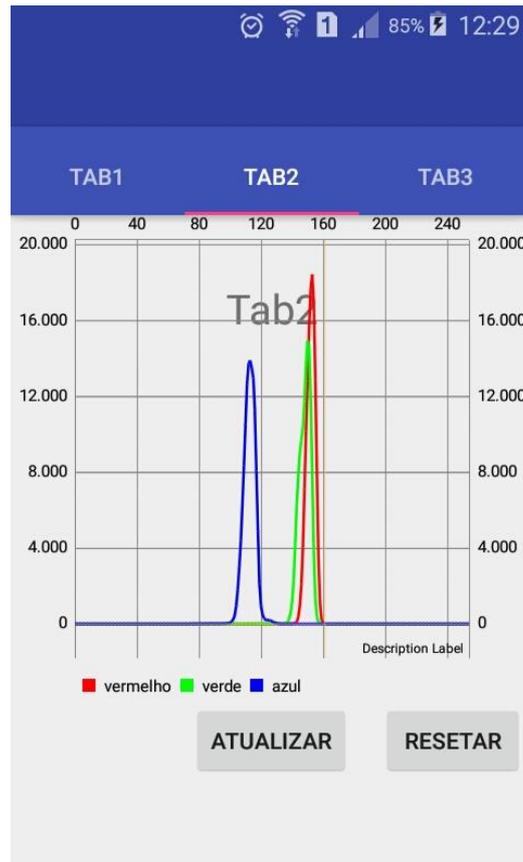


Figura 11 – Histograma – Segunda Versão

6.5 Resultado dos Testes

Foram realizados diversos testes em amostras de urina, foram tiradas 100 fotos de 20 amostras de urina no primeiro dia, e 93 fotos de 20 amostras no segundo dia. Observa-se que a diferença entre os valores de vermelho e verde são muito similares em amostras com baixa concentração de dapsona, como pode ser visto na figura 11. Porém a medida que as amostras se aproximam de 5mg, a distância entre vermelho e verde, vermelho e azul aumento, e a distância entre verde e azul diminuem, como pode ser visto na figura 12. Em algumas amostras de 0mg e 1mg, os valores de verde eram até mesmo superiores aos de vermelho.

Logo, tem-se como parâmetro de classificação, a distância entre vermelho e azul, e vermelho e verde. Levando em conta que os valores de “Máximo Vermelho”, “Máximo Verde” e “Máximo Azul” são dados pelo valor do pico de cada cor, ou seja, a cor que foi mais repetida, e por isso foram escolhidas para identificar as principais diferenças entre uma amostra e outra.

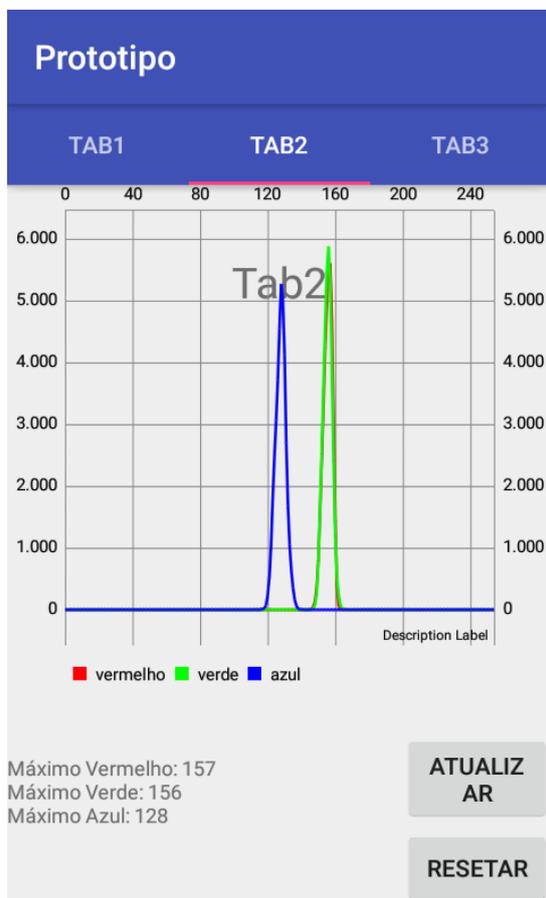


Figura 12- Histograma do Teste' Dia 1 0mg-1'

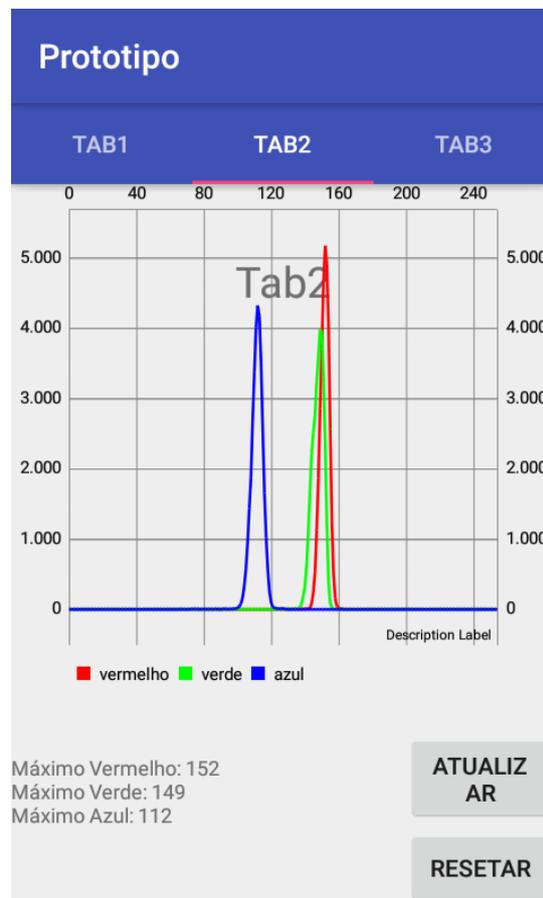


Figura 13- Histograma do Teste' Dia 1 5mg-1'

Os dados dos testes foram colocados em planilhas para que fossem analisadas com maior precisão, e como já foi citado, as principais diferenças observadas entre as amostras foram a diferença entre os valores de vermelho e verde, e de vermelho e azul. Logo foram separadas uma planilha para os testes do dia 1 (Apêndice 1), e uma planilha para os testes do dia 2 (Apêndice 2), cada uma contendo os resultados dos testes de 0, 1, 2.5, 4 e 5mg. Foi feito uma média do valor das amostras com mesma quantidade de miligramas, e ainda calculado o desvio padrão. A partir dos dados fornecidos, pode-se formar um gráfico que identifica a diferença crescente entre as variáveis Máximo Vermelho – Máximo Verde, e Máximo Vermelho – Máximo Azul, porém ao adicionar o desvio padrão à fórmula, foi visto que ainda havia alguma margem pra erros. A solução foi reduzir essa margem pra erro

utilizando a fórmula $(\text{MaximoVermelho} - \text{MaximoVerde}) * (\text{MaximoVermelho} - \text{MaximoAzul})$. O resultado final pode ser visto nos gráficos das imagens 13 e 14.

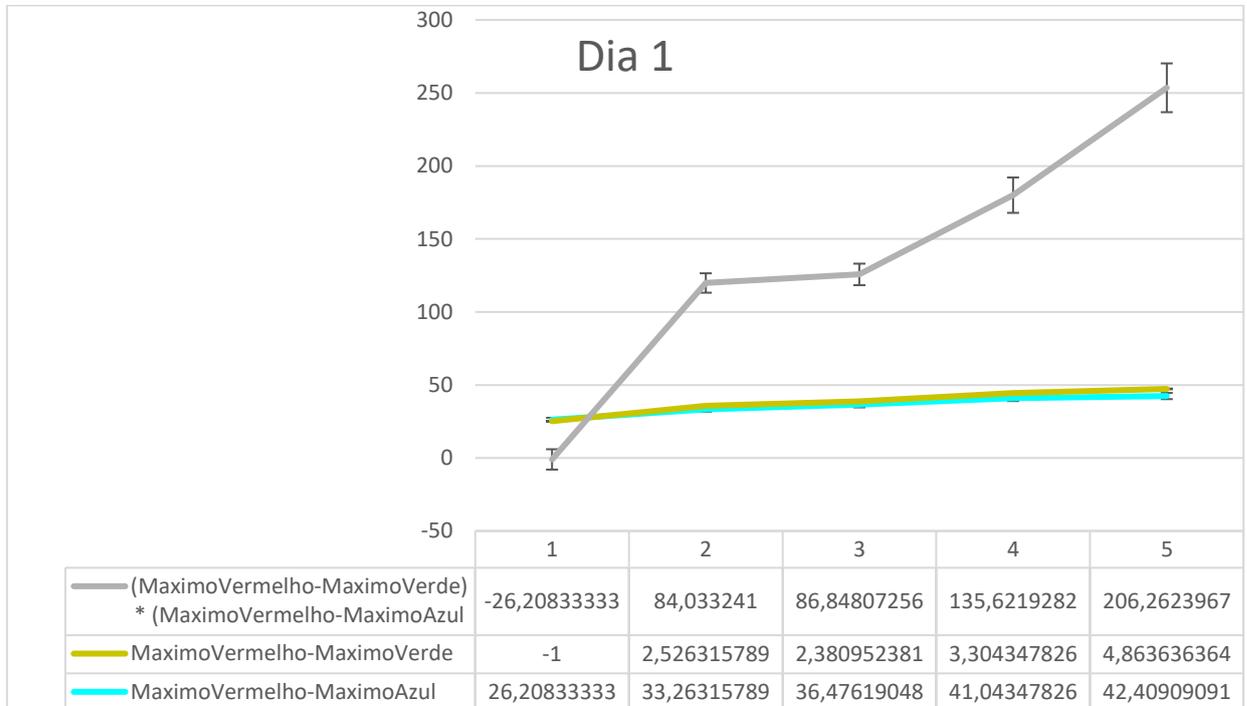


Figura 14 Gráfico dos Máximos do Dia 1

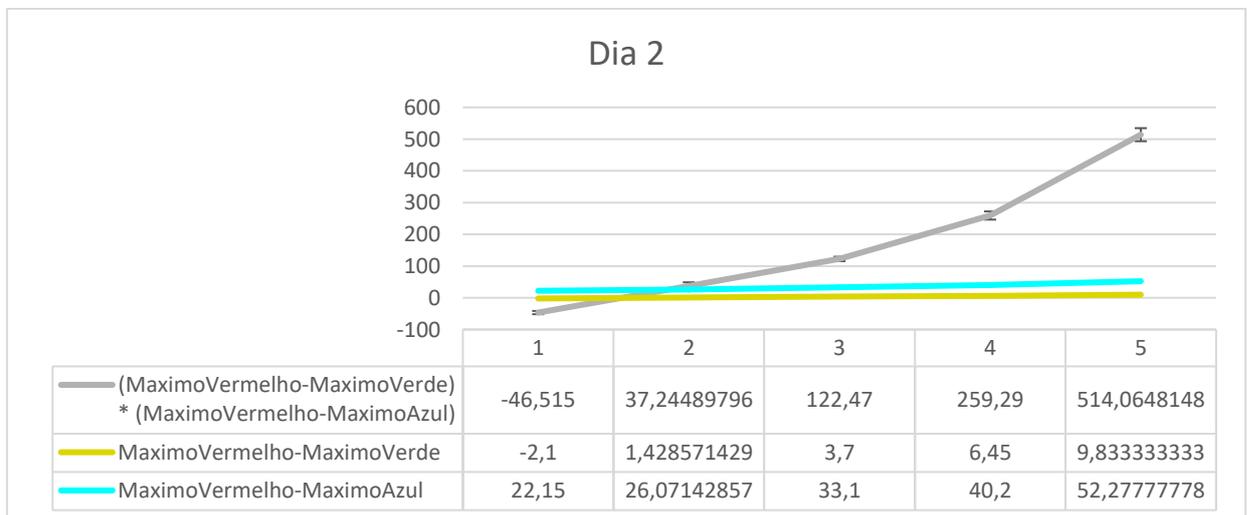


Figura 15 Gráfico dos Máximos do Dia 2

Embora os dados sejam o suficiente para começar uma classificação das amostras em código, ainda houve uma diferença muito grande entre os resultados do dia 1 e dia 2, Pode-se especular que o motivo seja que as fotos do dia 1 foram tiradas quando as amostras estavam prontas há uma semana, enquanto as do dia 2 foram tiradas imediatamente após o preparo dos testes, sendo que mesmo nas fotos pode-se identificar uma cor mais saturada

nas amostras do dia 2, mas ainda assim, pode-se tirar algumas conclusões quantitativas sobre os valores das cores em questão.

Levando em conta os dados acima, pode-se concluir que se o valor de $(\text{MaximoVermelho}-\text{MaximoVerde}) * (\text{MaximoVermelho}-\text{MaximoAzul})$ estiver entre 135,6 e 259,29 (considerando o Erro Padrão de 12,861 dado pelas amostras do Apêndice 2 de 4mg), a amostra em questão é de 4 ou 5mg, enquanto acima de 259,29 (considerando o Erro Padrão de 20,57 dado pelas amostras do Apêndice 2 de 5mg), pode-se considerar a amostra como sendo de 5mg.

Os dados apresentados acima foram utilizados para realizar testes em 84 amostras de 4mg e 5mg dos dias 1 e 2, pois como já foi citado, o principal objetivo é separar as amostras de 5mg das demais, e a amostra mais similar à 5mg, é a amostra de 4mg. Quatro amostras de 5mg do dia 1 se comportaram de maneira diferente do esperado de amostras de 5mg e foram identificadas como de 4mg, ainda não sabe-se o porquê, devido à grande quantidade de variáveis que pode ter causado a anormalidade. Todas as amostras do dia 2 agiram conforme o esperado, totalizando uma porcentagem de acerto de 93,3% para o dia 1, 100% para o dia 2, e 95,2% no total.

É necessário ainda, melhorar a padronização das fotos, e verificar se a data de preparo das amostras influenciam no tom da cor da amostra. Ainda existem muitas variáveis que podem ser utilizadas para identificar as amostras, porém devido à quantidade de dados que cada uma possui, é difícil observar suas diferenças e classificá-las com 100% de acerto, porém este é um passo dado na direção certa. E como já foi dito anteriormente, o principal objetivo é verificar se a amostra tem a quantidade ideal de dapsona (5mg).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto utilizou-se de diversos dados e testes depara alcançar o intuito de identificar a quantidade de medicamento (dapsona) nas amostras de urina. Usou-se imagens e tecnologias de corte e identificação de imagem, e planilhas para melhorar o entendimento do comportamento das amostras, identificando quantitativamente as cores padrões das amostras.

Os pontos de mais importância para o desenvolvimento do documento é o recorte da imagem para reduzir a área a ser analisada. Em seguida, realiza-se um teste de colorimetria para identificar as cores predominantes na imagem, para que então ir para o passo mais importante; a análise dos dados.

Diversos dados foram analisados entre amostras de urina de 0 mg, 2,5 mg, 4 mg e 5mg, porém os que melhores seguiram um padrão, foram os valores dados pela diferença de vermelho e verde, e a diferença entre vermelho e azul que demonstraram uma função de primeiro grau crescente, comprovando que quanto maior as diferenças entre as cores, maior é a concentração de dapsona na urina. No entanto, ainda havia uma margem de erro muito grande, por isso foi necessário multiplicar os valores de vermelho-azul pelos valores de vermelho-verde. Isso permitiu reduzir a margem de erros.

No entanto, há ainda maneiras de melhorar a eficiência do projeto como por exemplo: um dos maiores problemas em um projeto como este, é a quantidade de variáveis, e a capacidade de identificar uma relação entre elas, associando os dados e criando fórmulas que cumpram o objetivo. Por isso, a implementação de uma Inteligência Artificial poderia ajudar a classificar as amostras de maneira mais eficiente, diminuindo o tempo de análise e o número de falso positivos.

Além disso, é necessário realizar os testes com outros aparelhos celulares, para identificar a maneira com que a imagem se comporta em diferentes câmeras. Além de criar uma base de dados para que a IA possua uma maior quantidade de dados e um ambiente mais organizado para trabalhar.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Android Image Cropper. Github. Disponível em: <<https://github.com/ArthurHub/Android-Image-Cropper/wiki>>. Acesso em 22 Fev. 2018

BALTZAN, Paige. e PHILIPS, Amy. **Sistemas de Informação.** 1. ed. SP: AMGH Editora, 2012.

Bitmap. Android Developer. Disponível em: <<https://developer.android.com/reference/android/graphics/Bitmap.html>>. Acesso em 11 Dez. 2017

CESAR, Eugênio. **Qual a diferença entre Bitmaps e Vetores?** Compu Class. Disponível em: <<https://compuclass.com.br/texto.asp?ID=71>>. Acesso em 12 Dez. 2017.

DAPSONA. Dr. Guidel Soares. São Paulo: Fundação Para o Remédio Popular – FURP, [2016]. Bula de remédio

Entendendo o Espaço de Cores. Domínio de Imagem Escola de Fotografia e Video. Disponível em: <<https://www.escoladominiodaimagem.com/single-post/2015/02/20/Entendendo-os-Espa%C3%A7os-de-Cores->>. Acesso em 01 Abr. 2016.

Formação de Cores. Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/engcart/PDASR/formcor.html>> Acesso em 01 Abr. 2016.

GONZALEZ, Rafael C. e WOODS, Richard C. **Processamento Digital de Imagens.** 3. ed. SP: Pearson, 2010.

Hanseníase (Lepra). Dráuzio Varella, 2016. Disponível em: <<https://drauziovarella.com.br/doencas-e-sintomas/hansenias-lepra/>> Acesso em 09 Dez, 2016

HORA DE SANTA CATARINA. **Pílulas de Saber: médicos e pacientes no Brasil precisam de mais informações sobre a lepra.** Disponível em: <<http://horadesantacatarina.clicrbs.com.br/sc/geral/noticia/2016/05/pilulas-de-saber-medicos-e-pacientes-no-brasil-precisam-de-mais-informacoes-sobre-a-lepra-5799107.html>>. Acesso em 25 Abr. 2017.

HUIKESHOVEN, H. **A simple urine spot test for monitoring dapson self-administration in leprosy treatment.** Bulletin of the World Health Organization, v. 64 n.2, p 279 – 281, 1986

MELLO, P. **Método Rápido Para Pesquisas De Sulfonamidas Na Urina.** Brasília, Revista Brasileira de Leprologia, v.29, p.79-82 jun. 1961.

MPAndroidChart. Github. Disponível em: <<https://github.com/PhilJay/MPAndroidChart/wiki/Core-Features>>. Acesso em 22 Fev. 2018

Tipos de Bitmaps. Microsoft Developer Network. Disponível em: <[https://msdn.microsoft.com/pt-br/library/at62haz6\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/pt-br/library/at62haz6(v=vs.110).aspx)>. Acesso em 12 Dez. 2017.

TOLENTINO SILVA, M. **Medicamentos para o tratamento de hanseníase.** Formulário Terapêutico Nacional, 2ª Edição, p 130 – 131, 2010

Tratamento poliquimioterápico - PQT. Portal da Saúde, 2014. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/705-secretaria-svs/vigilancia-de-a-a-z/hanseniaze/11299-tratamento>>. Acesso em 09 Dez. 2017.

APÊNDICE 1 – RESULTADOS DOS TESTES DO DIA 1

TABELA 1 – RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE 0MG

	MaxVerm	MaxVer	MaxAzul	MaxVerm-MaxAzul	MaxVerm-MaxVer	MaxVerm-MaxVer) (MaxVerm-MaxAzul) *
0mg 1	157	156	128	29	1	29
0mg 2	155	155	127	28	0	0
0mg 3	154	154	125	29	0	0
0mg 4	158	157	129	29	1	29
0mg 5	161	161	133	28	0	0
0mg 6	161	161	133	28	0	0
0mg 7	156	156	128	28	0	0
0mg 8	157	157	127	30	0	0
0mg 9	157	157	127	30	0	0
0mg 10	154	156	132	22	-2	-44
0mg 11	152	154	128	24	-2	-48
0mg 12	154	157	130	24	-3	-72
0mg 13	155	157	133	22	-2	-44
0mg 14	155	158	133	22	-3	-66
0mg 15	155	157	132	23	-2	-46
0mg 16	155	157	132	23	-2	-46
0mg 17	155	157	132	23	-2	-46
0mg 18	155	157	131	24	-2	-48
0mg 19	153	153	125	28	0	0
0mg 20	155	154	124	31	1	31
0mg 21	154	154	128	26	0	0
0mg 22	148	151	123	25	-3	-75
0mg 23	154	157	128	26	-3	-78
0mg 24	155	156	128	27	-1	-27
Media (0mg)	155,2083	156,2083	129	26,20833	-1	-26,20833333
Desvio Padrão (0mg)	2,637178	2,225918	3,064524	2,888947	1,383128	34,13461735
Tamanho (0mg)	24	24	24	24	24	24
Erro Padrão (0mg)	0,538312	0,454364	0,625543	0,589704	0,28233	6,967699589

TABELA 2 – RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE 2MG

	MaxVerm	MaxVer	MaxAzul	MaxVerm-MaxAzul	MaxVerm-MaxVer	MaxVerm-MaxVer) (MaxVerm-MaxAzul) *
1mg 1	152	151	117	35	1	35
1mg 2	153	150	118	35	3	105
1mg 3	152	150	118	34	2	68
1mg 4	153	150	116	37	3	111
1mg 5	152	150	117	35	2	70
1mg 6	152	150	116	36	2	72
1mg 7	158	155	123	35	3	105
1mg 8	159	157	123	36	2	72
1mg 9	158	156	123	35	2	70
1mg 10	156	153	124	32	3	96
1mg 11	155	152	124	31	3	93
1mg 12	154	153	124	30	1	30
1mg 13	155	151	123	32	4	128
1mg 14	154	151	123	31	3	93
1mg 15	153	151	117	36	2	72
1mg 16	157	155	128	29	2	58
1mg 17	158	154	125	33	4	132
1mg 18	157	155	127	30	2	60
1mg 19	157	153	127	30	4	120
Media (1mg)	155	152,5	122	33,2632	2,52632	84,033
Desvio Padrão (1mg)	2,43	2,294	4,01	2,53513	0,90483	28,964
Tamanho (1mg)	19	19	19	19	19	19
Erro Padrão (1mg)	0,56	0,526	0,92	0,5816	0,20758	6,6447

TABELA 1 – RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE 2,5MG

	MaxVerm	MaxVer	MaxAzul	MaxVerm-MaxAzul	MaxVerm-MaxVer	MaxVerm-MaxVer) (MaxVerm-MaxAzul) *
2,5mg 1	159	157	122	37	2	74
2,5mg 2	158	155	122	36	3	108
2,5mg 3	161	159	125	36	2	72
2,5mg 4	154	151	118	36	3	108
2,5mg 5	153	150	117	36	3	108
2,5mg 6	153	150	117	36	3	108
2,5mg 7	154	152	116	38	2	76
2,5mg 8	154	151	115	39	3	117
2,5mg 9	159	157	119	40	2	80
2,5mg 10	160	157	118	42	3	126
2,5mg 11	153	151	118	35	2	70
2,5mg 12	153	151	118	35	2	70
2,5mg 13	153	151	118	35	2	70
2,5mg 14	152	150	116	36	2	72
2,5mg 15	150	151	116	34	-1	-34
2,5mg 16	152	150	116	36	2	72
2,5mg 17	154	151	120	34	3	102
2,5mg 18	154	151	119	35	3	105
2,5mg 19	153	150	117	36	3	108
2,5mg 20	155	152	118	37	3	111
2,5mg 21	154	151	117	37	3	111
Media (2,5mg)	155	152,3	118	36,4762	2,38095	86,848
Desvio Padrão (2,5mg)	2,94	2,831	2,4	1,93956	0,92066	33,798
Tamanho (2,5mg)	21	21	21	21	21	21
Erro Padrão (2,5mg)	0,64	0,618	0,52	0,42325	0,2009	7,3754

TABELA 3 – RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE 4MG

	MaxVerm	MaxVer	MaxAzul	MaxVerm-MaxAzul	MaxVerm-MaxVer	MaxVerm-MaxVer) (MaxVerm-MaxAzul) *
4mg 1	149	147	108	41	2	82
4mg 2	149	147	108	41	2	82
4mg 3	150	148	108	42	2	84
4mg 4	152	147	109	43	5	215
4mg 5	152	147	109	43	5	215
4mg 6	152	147	109	43	5	215
4mg 7	155	152	113	42	3	126
4mg 8	157	153	114	43	4	172
4mg 9	155	152	113	42	3	126
4mg 10	151	148	109	42	3	126
4mg 11	151	149	109	42	2	84
4mg 12	150	148	108	42	2	84
4mg 13	151	146	108	43	5	215
4mg 14	150	145	108	42	5	210
4mg 15	150	145	108	42	5	210
4mg 16	155	151	113	42	4	168
4mg 17	155	151	112	43	4	172
4mg 18	155	151	112	43	4	172
4mg 19	162	160	124	38	2	76
4mg 20	160	159	124	36	1	36
4mg 21	159	157	123	36	2	72
4mg 22	160	157	123	37	3	111
4mg 23	157	154	121	36	3	108
Media (4mg)	154	150,5	113	41,0435	3,30435	135,62
Desvio Padrão (4mg)	3,91	4,44	5,89	2,49505	1,29456	58,048
Tamanho (4mg)	23	23	23	23	23	23
Erro Padrão (4mg)	0,81	0,926	1,23	0,52025	0,26993	12,104

TABELA 4 – RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE 5MG

	MaxVerm	MaxVer	MaxAzul	MaxVerm-MaxAzul	MaxVerm-MaxVer	MaxVerm-MaxVer) (MaxVerm-MaxAzul) *
5mg 1	152	149	112	40	3	120
5mg 2	152	149	112	40	3	120
5mg 3	153	150	113	40	3	120
5mg 4	158	155	118	40	3	120
5mg 5	152	147	109	43	5	215
5mg 6	153	148	111	42	5	210
5mg 7	152	147	110	42	5	210
5mg 8	154	149	110	44	5	220
5mg 9	155	149	110	45	6	270
5mg 10	155	148	110	45	7	315
5mg 11	155	152	115	40	3	120
5mg 12	156	150	113	43	6	258
5mg 13	155	152	114	41	3	123
5mg 14	151	146	108	43	5	215
5mg 16	151	147	109	42	4	168
5mg 17	155	149	110	45	6	270
5mg 18	155	149	111	44	6	264
5mg 19	156	150	112	44	6	264
5mg 20	158	152	114	44	6	264
5mg 21	158	156	121	37	2	74
5mg 22	157	149	113	44	8	352
5mg 23	162	155	117	45	7	315
Media (5mg)	155	149,9	112	42,4091	4,86364	206,26
Desvio Padrão (5mg)	2,74	2,724	3,2	2,19651	1,64159	78,357
Tamanho (5mg)	22	22	22	22	22	22
Erro Padrão (5mg)	0,58	0,581	0,68	0,4683	0,34999	16,706

APÊNDICE 2 – RESULTADOS DOS TESTES DO DIA 2

TABELA 1 – RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE 0MG

	MaxVerm	MaxVer	MaxAzul	MaxVerm-MaxAzul	MaxVerm-MaxVer	MaxVerm-MaxVer) (MaxVerm-MaxAzul) *
0mg 1	152	152	124	28	0	0
0mg 2	151	155	125	26	-4	-104
0mg 3	151	154	125	26	-3	-78
0mg 4	151	152	124	27	-1	-27
0mg 5	151	151	130	21	0	0
0mg 6	151	153	131	20	-2	-40
0mg 7	151	154	131	20	-3	-60
0mg 8	152	154	132	20	-2	-40
0mg 9	151	153	133	18	-2	-36
0mg 10	152	154	133	19	-2	-38
0mg 11	152	154	132	20	-2	-40
0mg 12	151	154	132	19	-3	-57
0mg 13	152	154	130	22	-2	-44
0mg 14	152	155	130	22	-3	-66
0mg 15	154	156	132	22	-2	-44
0mg 16	154	156	132	22	-2	-44
0mg 17	160	162	138	22	-2	-44
0mg 18	160	163	137	23	-3	-69
0mg 19	160	162	137	23	-2	-46
0mg 20	160	162	137	23	-2	-46
Media (0mg)	153	155,5	131	22,15	-2,1	-46,515
Desvio Padrão (0mg)	3,41	3,585	4,13	2,70694	0,9434	22,929
Tamanho (0mg)	20	20	20	20	20	20
Erro Padrão (0mg)	0,76	0,802	0,92	0,60529	0,21095	5,127

TABELA 2 – RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE 1MG

	MaxVerm	MaxVer	MaxAzul	MaxVerm-MaxAzul	MaxVerm-MaxVer	MaxVerm-MaxVer) * (MaxVerm-MaxAzul)
1mg 1	157	155	123	34	2	68
1mg 2	158	155	123	35	3	105
1mg 3	157	155	123	34	2	68
1mg 4	160	159	137	23	1	23
1mg 5	159	159	136	23	0	0
1mg 6	160	160	138	22	0	0
1mg 7	157	156	133	24	1	24
1mg 8	156	157	132	24	-1	-24
1mg 9	157	157	134	23	0	0
1mg 10	157	157	133	24	0	0
1mg 11	157	153	132	25	4	100
1mg 12	156	153	131	25	3	75
1mg 13	154	153	131	23	1	23
1mg 14	156	152	130	26	4	104
Media (1mg)	157	155,8	131	26,0714	1,42857	37,245
Desvio Padrão (1mg)	1,57	2,425	4,79	4,43145	1,54524	43,129
Tamanho (1mg)	14	14	14	14	14	14
Erro Padrão (1mg)	0,42	0,648	1,28	1,18436	0,41298	11,527

TABELA 3 – RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE 2,5MG

	MaxVerm	MaxVer	MaxAzul	MaxVerm-MaxAzul	MaxVerm-MaxVer	MaxVerm-MaxVer) (MaxVerm-MaxAzul) *
2,5mg 1	159	157	126	33	2	66
2,5mg 2	160	155	126	34	5	170
2,5mg 3	159	158	128	31	1	31
2,5mg 4	159	155	125	34	4	136
2,5mg 5	159	154	126	33	5	165
2,5mg 6	159	155	125	34	4	136
2,5mg 7	158	154	125	33	4	132
2,5mg 8	158	154	125	33	4	132
2,5mg 9	158	154	124	34	4	136
2,5mg 10	158	154	123	35	4	140
2,5mg 11	158	154	123	35	4	140
2,5mg 12	157	154	122	35	3	105
2,5mg 13	156	152	125	31	4	124
2,5mg 14	156	152	124	32	4	128
2,5mg 15	156	152	126	30	4	120
2,5mg 16	155	152	124	31	3	93
2,5mg 17	153	150	120	33	3	99
2,5mg 18	154	150	120	34	4	136
2,5mg 19	154	150	121	33	4	132
2,5mg 20	155	151	121	34	4	136
Media (2,5mg)	157	153,4	124	33,1	3,7	122,47
Desvio Padrão (2,5mg)	1,99	2,151	2,16	1,41067	0,9	30,973
Tamanho (2,5mg)	20	20	20	20	20	20
Erro Padrão (2,5mg)	0,44	0,481	0,48	0,31544	0,20125	6,9258

TABELA 4 – RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE 4MG

	MaxVerm	MaxVer	MaxAzul	MaxVerm-MaxAzul	MaxVerm-MaxVer	MaxVerm-MaxVer) (MaxVerm-MaxAzul) *
4mg 1	149	143	112	37	6	222
4mg 2	150	148	108	42	2	84
4mg 3	150	144	110	40	6	240
4mg 4	149	144	111	38	5	190
4mg 5	157	149	117	40	8	320
4mg 6	156	149	116	40	7	280
4mg 7	157	148	117	40	9	360
4mg 8	157	149	117	40	8	320
4mg 9	157	151	117	40	6	240
4mg 10	157	151	117	40	6	240
4mg 11	157	151	117	40	6	240
4mg 12	157	151	117	40	6	240
4mg 13	153	146	113	40	7	280
4mg 14	153	146	113	40	7	280
4mg 15	153	147	113	40	6	240
4mg 16	154	146	112	42	8	336
4mg 17	155	148	114	41	7	287
4mg 18	155	149	114	41	6	246
4mg 19	155	148	113	42	7	294
4mg 20	155	149	114	41	6	246
Media (4mg)	154	147,9	114	40,2	6,45	259,29
Desvio Padrão (4mg)	2,78	2,351	2,64	1,16619	1,39553	57,516
Tamanho (4mg)	20	20	20	20	20	20
Erro Padrão (4mg)	0,62	0,526	0,59	0,26077	0,31205	12,861

TABELA 5 – RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE 5MG

	MaxVerm	MaxVer	MaxAzul	MaxVerm-MaxAzul	MaxVerm-MaxVer	MaxVerm-MaxVer) (MaxVerm-MaxAzul) *
5mg 1	151	140	97	54	11	594
5mg 2	151	140	98	53	11	583
5mg 3	151	140	97	54	11	594
5mg 4	151	141	98	53	10	530
5mg 5	152	142	103	49	10	490
5mg 6	152	142	102	50	10	500
5mg 7	153	141	103	50	12	600
5mg 8	152	141	103	49	11	539
5mg 9	155	143	99	56	12	672
5mg 10	155	144	100	55	11	605
5mg 11	154	144	99	55	10	550
5mg 12	154	144	98	56	10	560
5mg 13	151	143	102	49	8	392
5mg 14	151	143	102	49	8	392
5mg 15	151	143	102	49	8	392
5mg 16	156	147	102	54	9	486
5mg 17	154	146	101	53	8	424
5mg 19	154	147	101	53	7	371
Media (5mg)	153	142,8	100	52,2778	9,83333	514,06
Desvio Padrão (5mg)	1,67	2,167	2,09	2,55616	1,46249	87,313
Tamanho (5mg)	18	18	18	18	18	18
Erro Padrão (5mg)	0,39	0,511	0,49	0,60249	0,34471	20,58