



FORMULÁRIO PARA RELATÓRIO FINAL

1. Identificação do Projeto

Título do Projeto PIBIC/PAIC

Desenvolvimento de um produto aplicando visão computacional na Química através de captura de imagem de um dispositivo móvel

Orientador

Valdomiro Lacerda Martins

Aluno

Lucas Farias da Cruz

2. Informações de Acesso ao Documento

2.1 Este documento é confidencial?

SIM

NÃO

2.2 Este trabalho ocasionará registro de patente?

SIM

NÃO

2.3 Este trabalho pode ser liberado para reprodução?

SIM

NÃO

2.4 Em caso de liberação parcial, quais dados podem ser liberados? Especifique.

3. Introdução

O avanço da tecnologia de dispositivos moveis vem possibilitando seu uso para soluções de diversos problemas. Isto se deve, principalmente, ao aumento da capacidade de processamento desses dispositivos. Com isso a quantidade de aplicações desenvolvida vem crescendo cada vez mais no mercado, atendendo os mais variados problemas em diversas áreas do conhecimento. Estes dispositivos possui uma câmera digital de alta resolução, geralmente, acima de 3 Megapixels com auto foco e zoom digital de baixo consumo de energia e processador dedicado de alto desempenho [GARCIA, 2011].

A visão computacional é a ciência responsável pela visão de uma máquina, pela forma como diversos dispositivos enxergam em sua volta, extraindo informações de imagens digitais



UFAM

[MILANO & HONORATO, 2015], desse modo as visões das máquinas são capazes de ter um sistema inteligente e reconhecer formas de objetos, ambientes e até mesmo reconhecimento de faces.

As imagens digitais podem ser adquiridas facilmente por meio de diversos dispositivos móveis, como celulares, Tablets ou Notebooks utilizando câmeras digitais. As câmeras digitais permitem o registro de diversas imagens podendo ser do cotidiano, ambiente de trabalho, entre outros [GARCIA, 2011], levando em conta que diversos dispositivos móveis hoje em dia possuem câmeras digitais e são utilizados frequentemente por pessoas, levou grande investimentos em pesquisa e desenvolvimento na área em seus sistemas operacionais.

O sistema operacional mais usado no mercado para dispositivos móveis é o Android. Ele vem embarcado em dispositivos móveis e possui uma tecnologia com bastantes recursos disponíveis para o desenvolvimento em diversas áreas profissionais e educacionais.

Dependendo do dispositivo utilizado é possível registrar e visualizar uma imagem instantaneamente na tela do próprio dispositivo. Existem diversas aplicações que permitem realizar análises de uma imagem para que se possam aplicar técnicas como reconhecimento de padrão, detecção de eventos, modelagem de objetos ou ambientes. Essas técnicas são utilizadas para solucionar problemas específicos, em diversas áreas, incluindo na educação, onde a química utiliza a colorimetria das substância para medir a intensidade da luz. Com isso pode ser criado um sistema especializado para resolver problemas em uma aplicação específica.

O sistema RGB (do inglês: Red, Green e Blue) de reconhecimento de cores é um exemplo que pode ser aplicado em imagem para reconhecer as cores de uma área específica.

Uma imagem é composta por pixels que se agrupam em cores, esses pixels pode constituir uma coloração, cada pixels constitui uma cor da imagem como resultado da combinação das componentes RGB que assumem valores de 0 e 255 cada [KOHL et al, 2006]. Dessa forma, as imagens fornecem várias informações precisas para o sistema. Isso mostra que não existe um modelo padrão já definido para uma aplicação de reconhecimento de cores, mas praticamente todas as aplicações que utilizam o sistema RGB tem o objetivo de selecionar uma área e retirar informações que serão processadas e utilizadas para algum sistema especialista.

Ramanathan e colaboradores (2012) desenvolveram um método de baixo custo e confiável para o monitoramento de negro de carbono no ar baseado no uso de um dispositivo móvel. O método utiliza imagens capturadas pelo dispositivo, as quais são comparadas com uma escala de referência calibrada para estimar o teor negro de carbono.

Diversos modelos de sistemas de cores têm sido empregado, contudo para análise química o sistema comumente empregado é o RGB. Em RGB é possível estabelecer uma relação entre a intensidade de cor de uma imagem, definida pelos valores de RGB, e a concentração do analito. Como existe uma relação entre a cor da substância e o comprimento de onda de absorção desta, o método instrumental envolvido é chamado de colorimetria ou fotolorimetria.

4. Justificativa

Existem diversos padrões de representação de cores em uma imagem, dentre eles: RGB (Red, Green, Blue), CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black) e HSV (Hue, Saturation, Value),



contudo, na maioria dos trabalhos têm empregado o sistema de cores RGB [MIRANDA et al, 2014].

No intuito de representar imagens utilizando cores é possível representar cada pixel de uma imagem decompondo em três componentes: Vermelho (Red), Verde (Green) e Azul (Blue). Com isso a cada pixel de uma imagem são atribuídos valores entre 0 e 255, isso representa sua respectiva intensidade [SUMRIDDECHKAJORN et al, 2013; MIRANDA et al, 2014].

O sistema de cores RGB é amplamente empregado em diversas áreas, com diferentes finalidades (LEE et al., 2011; INTARAVANNEA et al., 2012; SUMRIDDECHKAJORN et al, 2013). Em química analítica a imagem capturada por uma câmera é manipulada e as informações das componentes RGB são extraída e processadas afim de relacionar a cor que uma substância apresenta com a concentração do analito presente na amostra. Como cada componente assume valores de 0 a 255 (8 bits), a imagem capturada possui 24 bits de cores, ou seja, mais de 16,7 milhões de cores [GAIÃO et al., 2006; LYRA et al., 2014].

Atualmente os trabalhos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa (Grupo de Automação e Instrumentação Analítica e Quimiometria) cujas análises químicas se baseiam em imagens digitais capturadas por webcam, câmera de celular ou scanner, fazem uso de vários softwares. A captura é feita com software proprietário (desenvolvido pelo próprio grupo de pesquisa). A obtenção dos valores das componentes RGB é feita por software de terceiro (ImageJ). Os valores das componentes são manipulados matematicamente com o software Microsoft Excel®. O registro dos gráficos são realizados com o software OriginLab® para obtenção da equação da reta, quando a determinação do analito é baseada em uma regressão linear, ou para obtenção da primeira e/ou segunda derivada, quando o resultado é baseado em uma titulação.

Neste contexto, aliando os recursos disponíveis em smartphones (Tablets) a um software proprietário capaz de realizar todas as funções hoje realizadas por vários aplicativos, permitirá tornar um simples aparelho em um potencial equipamento para análises químicas em diferentes amostras (alimentos, ambiental, fármacos). Vale salientar também que os smartphones possuem bateria com duração de cerca de 12 horas em uso contínuo, portanto, como equipamento para análises químicas poderão ser utilizados em locais onde não há rede elétrica. Além disso, como geralmente os smartphones possuem tecnologias 3G é possível compartilhar os resultados instantaneamente por internet.

5. Objetivos

5.1 Objetivos Gerais

Desenvolver uma aplicação móvel para identificar a densidade da luz encontrada nas substâncias através da colorimetria utilizando as tecnologias presente nos dispositivos móveis juntamente com o conceito de visão computacional.

5.2 Objetivos Específicos

- Definir técnicas para reconhecimento das cores RGB através dos dispositivos móveis e visão computacional.
- Desenvolver um protótipo para identificação da densidade das substâncias através das cores RGB em ambiente controlado.



6. Metodologia

A metodologia compreende as seguintes etapas: Análise e definição dos requisitos, Projeto do sistema, Implementação e Teste do sistema.

6.1 Análise e definição dos requisitos

Foi realizada uma visita ao laboratório do grupo de pesquisa GAIAQ (Grupo de Automação e Instrumentação Analítica e Quimiometria) onde foi feito alguns questionamentos afim de levantar os requisitos por meio de etnografia, que é uma técnica de observação para compreender requisitos sociais e organizacionais. Nessa técnica pode-se capturar os processos reais ao invés de processos formais. Nesse sentido, observou-se o ambiente de trabalho onde o aplicativo seria utilizado, bem como as tarefas reais realizadas pelos usuários.

6.2 Projeto do sistema

Nesta etapa, para o desenvolvimento do aplicativo foi definido 3 passos a serem realizados.

Passo 1: Tecnologia utilizadas na definição dos requisitos e pesquisa de uma solução viável.

Passo 2: Desenvolvimento de um aplicativo móvel que atenda todos os requisitos, podendo assim realiza todas as funções que hoje se encontra no laboratório.

Passo 3: Para o desenvolvimento do aplicativo foi utilizado a linguagem de programação Java Android e o Android Studio, o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) oferecida pela Google podendo ser instalado nos principais sistemas operacionais do mercado, Windows, Linux e Mac OSX. Neste trabalho foi utilizado o sistema operacional Linux em um notebook SONY VAIO SVE14E13X.

6.3 Implementação

Concluídas as etapas 6.1 e 6.2, iniciou-se o desenvolvimento do aplicativo, onde a primeira função desenvolvida foi à captura da imagem e armazenamento. A etapa seguinte foi o processamento dessa imagem, salvando e manipulando para recorta uma área específica dela, assim retirando e capturando os valores RGB e gravando em um banco de dados para construir um gráfico da curva dos valores da Norma(N) versus o



volume de titulante adicionado (V). Os valores de N foram determinados a partir das componentes RGB, segundo a Equação 1.

$$N = \sqrt{R^2 + G^2 + B^2} \quad (\text{Eq. 1})$$

Para determina o volume do ponto final da titulação foi desenvolvido um algoritmo para construir um segundo gráfico que relaciona a primeira derivada da curva de N x V (dN/dV) em função do volume adicionado. O volume no ponto final da titulação foi estimado a partir do valor máximo da primeira derivada.

6.4 Teste do sistema

Com a implementação concluída, iniciou-se o teste da aplicação, verificando cada função do aplicativo e validando cada funcionalidade para se ter um melhor feedback dos requisitos.

7. Resultados e Discussão

7.1 Resultados

O aplicativo desenvolvido para a plataforma Android realiza análises de substâncias químicas. Ele possui diversas funcionalidades para interação com o usuário através de sua tela principal, como ilustrado na Figura 1. O usuário pode realiza a captura de uma imagem selecionando a “CAMERA” na parte superior da aplicação ou pode abrir uma imagem já captura no botão “Abrir imagem” e em seguida selecionar uma área específica da imagem e realiza o corte que será mostrado logo abaixo e salva esse corte da imagem na galeria apertando “SALVA IMAGEM”. Com isso os valores RGB são obitidos a partir da área selecionada da imagem pelo usuário da aplicação e em seguida é solicitado o volume adicionado da titulação quando aquela imagem foi capturada. Feito isso o usuário pode salvar os dados no banco de dados SQLite da aplicação pelo botão “Adiciona Dados” onde será armazenado os valores RGB e o volume da titulação.

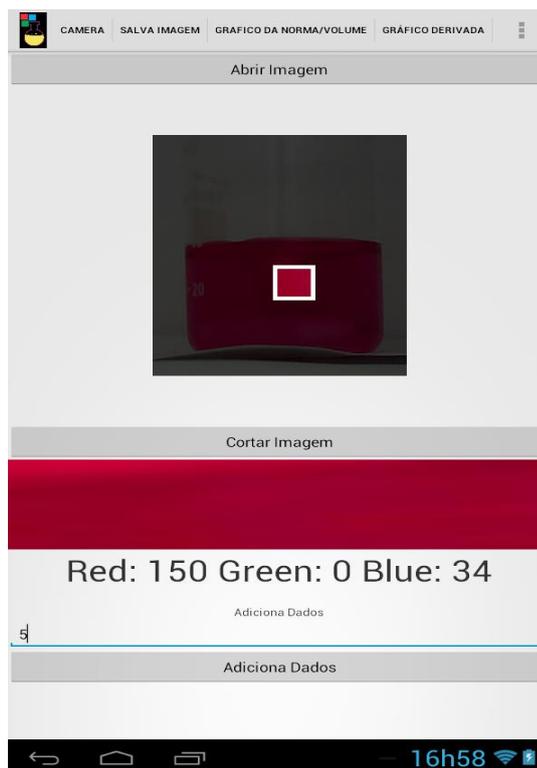


Figura 1. Tela da aplicação capturando os valores RGB

Com base nas funcionalidades, pode-se verificar que a aplicação permite obter os valores RGB, da Norma e analisar esses dados com maior precisão por meio de tabela e gráfico. Para testar as funcionalidades da aplicação desenvolvida foram realizadas três titulações do ácido acético em vinagre. Para cada uma das titulações foram capturadas 19, a medida em que variava o volume de uma solução padronizada de NaOH 0,100 mol L⁻¹. Os volumes adicionados foram 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,2; 3,4; 3,6; 3,8; 4,0; 4,2; 4,4; 4,6; 5,1; 5,6; 6,1 e 6,6 mL.

Depois de realizar o procedimento de seleção da imagem, recorte da área de interesse da imagem, volume adicionado da titulação e salva os dados no banco de dados, foi possível realizar o cálculo da Norma como mostrado na metodologia (Eq. 1), assim foi possível plotar um gráfico da Norma versus Volume como mostra na Figura 2.

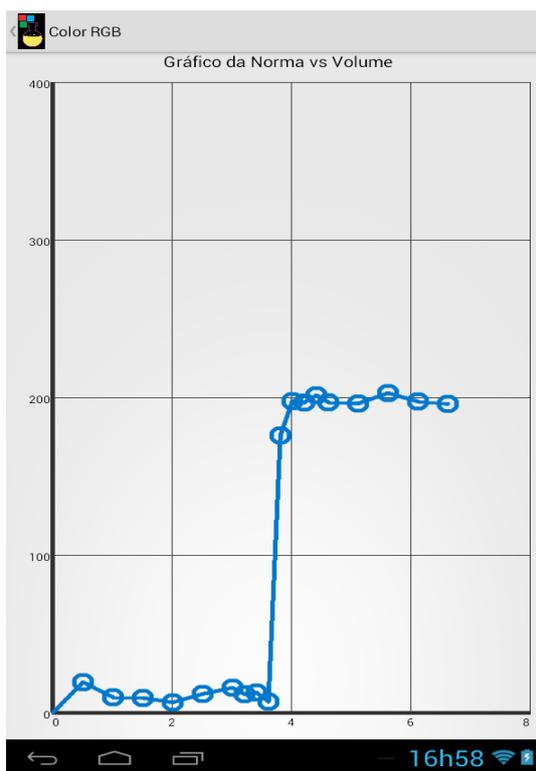


Figura 2. Gráfico da Norma *versus* Volume

O gráfico mostra uma curva crescente da titulação, indicando o momento que ocorre a mudança de cor da substância. Para melhor visualização do volume do ponto final da titulação foi construído um segundo gráfico, o gráfico da primeira derivada, como mostra a Figura 3.

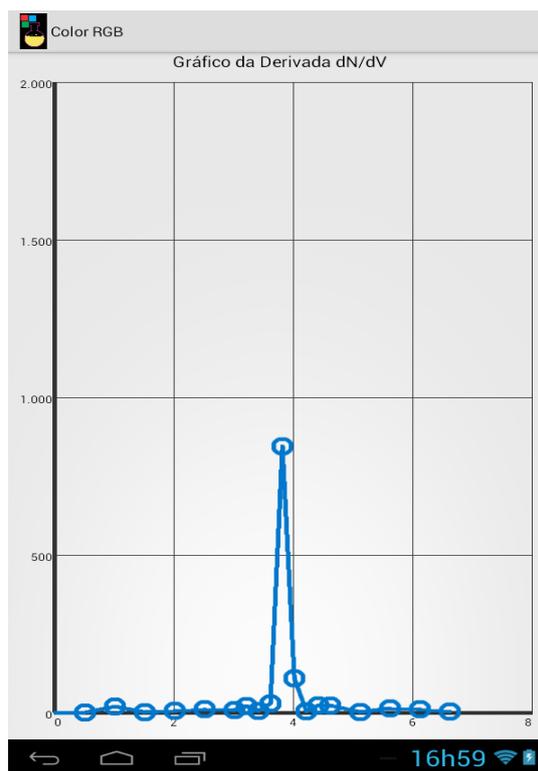


Figura 3. Gráfico do ponto final da titulação

Como pode ser visto na Figura 3, ele mostra o ponto final da titulação, onde o volume no ponto final da titulação é dado pelo valor máximo na curva. Todos os dados da titulação são apresentados em uma tabela na aplicação como demonstrado na Figura 4. Ainda na Figura 4, o usuário pode deletar dados, atualiza dados corrigidos e atualiza os dados do gráfico.

Color...	DELETA DADOS	ATUALIZA DADOS CORRIGIDO	ATUALIZA DADOS DOS GRÁFICOS						
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
1	0	151	142	145					
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
2	0.50	139	141	130	12	1	15	19.2353840616713	
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
3	1	144	145	139	7	-3	6	9.69535971483266	19.0800486936773
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
4	1.5	149	142	136	2	0	9	9.21954445729289	0.95163051507954
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
5	2	151	146	140	0	-4	5	6.40312423743285	5.63284043972008
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
6	2.5	142	145	138	9	-3	7	11.7898261225516	10.7734037702375
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
7	3	141	144	133	10	-2	12	15.7480157480236	7.916379250944
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
8	3.20	145	142	135	6	0	10	11.6619037896906	20.430559791665
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
9	3.40	146	148	135	5	-6	10	12.6885775404495	5.13336875379451
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
10	3.60	147	146	141	4	-4	4	6.92820323027551	28.8018715508699
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
11	3.80	153	140	-2	141	105	175.812400017746	844.420983937354	
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
12	4.00	126	0	10	25	142	135	197.519619278693	108.536096304735
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
13	4.20	127	0	11	24	142	134	196.712988894989	4.03315191852002
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
14	4.40	119	0	6	32	142	139	201.268477412634	22.7774425882251
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
15	4.60	126	0	11	25	142	134	196.837496427891	22.1549049237151
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
16	5.10	127	0	12	24	142	133	196.033160460163	1.60867193545602
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
17	5.60	119	0	4	32	142	141	202.654879043165	13.243437166004
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
18	6.10	122	0	11	29	142	134	197.385409795152	10.5389384960261
Id	Volume Add	R	G	B	Rcor	Gcor	Bcor	Norma	dN/dV
19	6.60	123	2	11	28	140	134	195.806026464969	3.15876666036598

Figura 4. Tabela dos dados de cada imagem capturada

O resultado médio para três determinações de ácido acético em vinagre foi de 4,4 g de ácido acético por 100 mL de vinagre (%), o mesmo resultado obtido pela titulação clássica (titulação visual).

7.2 Discussão

Esse trabalho apresenta uma aplicação desenvolvida para dispositivos móveis para auxiliar pesquisadores na área de química analítica, realizando processo de titulação de uma determinada substância.

Todas as funcionalidades proposta foram desenvolvidas e testada em uma determinação de ácido acético em vinagre.

Na codificação da aplicação, o principal desafio foi desenvolver soluções para realizar cálculos da derivada dN/dV e plotar o gráfico desse valor para melhor demonstra o resultado.

8. Conclusão

Comparando os resultados obtidos com colorimetria baseada em imagens digitais utilizando o aplicativo desenvolvido com aqueles obtidos por titulação clássica, observa-se que a metodologia proposta pode ser utilizado em análises de rotina baseada em titulação

