

ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DE CERVEJAS DO TIPO PILSEN USANDO IMAGENS DIGITAIS

Ilena Rebeca Alves dos Santos Souza (1); Allan Nilson de Sousa Dantas (2)

*Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - Campus Nova Cruz (1 e 2),
ilenarebeca@gmail.com (1); allan.dantas@ifrn.edu.br (2).*

Resumo: Visando as frequentes fraudes e os avanços nas tecnologias para aquisição e tratamento de imagens, este trabalho teve por objetivo estabelecer um modelo de classificação para as diferentes marcas de cervejas mais comuns no Agreste Potiguar. A análise foi realizada através do aplicativo PhotoMetrix® em um smartphone, utilizando a decomposição das imagens digitais nos canais de cores RGB e os estudos da quimiometria com o tratamento de dados em análise de componentes principais (PCA, do inglês Principal Component Analysis). Foram analisadas oito marcas de cervejas claras (do tipo pilsen), de modo que as imagens obtidas de cada uma delas mostraram-se com tonalidades de cor diferentes uma das outras, uma vez que cada fabricante, além de criar bebidas com gostos distintos, também adquirem uma cor típica da sua marca. Os resultados em PCA apresentaram scores com, aproximadamente, 100% da variância total do conjunto de dados descrita em apenas três componentes principais, o que permitiu diferenciar os diversos rótulos em conjuntos distintos de acordo com as marcas em questão. Ainda que não seja identificável aos nossos olhos, a distinção da cor das cervejas existe e pode ser comprovada a partir da sua absorvância, grandeza essa que é, comumente, utilizada nas cervejarias para alcançar a coloração desejada. De posse destes resultados, observou-se que a análise de imagens digitais se correlaciona com absorvância da bebida e, portanto, conclui-se que o método de classificação proposto, além de ser quimicamente verde, permite identificar com confiança e rapidamente se uma amostra teve ou não o rótulo adulterado.

Palavras-chave:

Cervejas, Análise de Componentes Principais, PhotoMetrix, imagens digitais.

INTRODUÇÃO:

Os avanços nas tecnologias para aquisição e tratamento de imagens, bem como a popularização de equipamentos e aplicativos móveis para esta finalidade têm despertado interesse da comunidade científica para a utilização de imagens digitais em aplicações antes restritas a equipamentos específicos, como colorímetros, espectrofotômetros, fluorímetros etc.

As imagens digitais são compostas por pixels, podendo ser definidas por uma função bidimensional da intensidade de luz refletida ou emitida por uma cena, sendo definidas como uma distribuição de energia luminosa, onde parte dessa energia é absorvida, parte transmitida e parte refletida^[1]. Após sua aquisição, diversas técnicas de processamento podem ser aplicadas para realçar a visualização de alguns aspectos presentes nas imagens, dentre elas a análise de imagem associada às ferramentas multivariadas de tratamento de dados.

Neste contexto, uma das ferramentas utilizadas para tratamento de dados multivariados é a análise de componentes principais (PCA, do inglês *Principal Component Analysis*). A PCA é um método utilizado para projetar

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

os dados de natureza multivariada, como os pixels nos canais de cores RGB, por exemplo, em um espaço de dimensão menor. Isto reduz a dimensionalidade do conjunto de dados original sem que as relações entre as amostras sejam afetadas. Com isso, o uso de tratamento de imagens digitais associado a uma ferramenta de análise de dados como a PCA podem ser utilizados para o desenvolvimento de métodos de classificação para diversos tipos de amostras, incluindo cervejas^[2].

Esta classe de bebidas sofre constantemente com fraudes de diversos tipos, sendo uma das mais comuns a “troca de rótulo”, onde rótulos de cervejas de valor de mercado mais alta são colocadas em bebidas de valor comercial inferior^[4].

O processo de fabricação das cervejas independente da marca e se inicia com a extração dos componentes importantes do malte por meio de etapas como secagem e torragem, seguidas da fervura do líquido, acréscimo do lúpulo e por fim, a fermentação.

A cor da bebida depende do malte utilizado e do tempo de torragem, de modo que cada fabricante, além de criar cervejas com gostos distintos, também adquirem uma cor típica da sua marca, mesmo não sendo identificável aos nossos olhos. Por isso, para alcançar a coloração desejada, as cervejarias adotam a escala SRM (*Standard Reference Measurement*), dada a partir da absortividade das cervejas que, segundo a Lei de Lambert-Beer, é diretamente proporcional a concentração da mesma e pode variar de acordo com a cor da solução, levando em consideração o comprimento de onda da radiação emitida^[3].

A absorbância é, matematicamente falando, o logaritmo da razão entre a intensidade do feixe de luz incidente pelo feixe de luz de saída. Assim, na escala SRM essa diferença é multiplicada de acordo com a equação 1 e o resultado relaciona-se à uma paleta de cores específica para esse cálculo, a qual está sendo apresentada na Figura 3.

$$SRM = 12,7 \times D \times A_{430}$$

Equação 1

Em que D é o coeficiente de diluição, de modo que para amostras não diluídas considera-se 1, e A_{430} é a absorbância das cervejas no comprimento de onda equivalente à 430 nanômetros.

No processo de falsificação em fábricas clandestinas, essas garrafas são expostas à elevados riscos de contaminação por microrganismos patógenos e ainda existem relatos em que os rótulos e tampas das cervejas são retiradas do lixo^[4]. Um exemplo recente de falsificação, aconteceu no Paraná no dia 17 de fevereiro de 2017, onde foram encontrados, aproximadamente, 500 caixas de cervejas adulteradas e, com isso, os investigados faturavam

até três vezes mais do que gastavam para comprar a bebida^[5].

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estabelecer um método de classificação de cervejas do estilo Standard American Lager, amplamente consumidas na região agreste potiguar, utilizando o aplicativo PhotoMetrix e Análise de Componentes Principais, permitindo assim o estabelecimento de um padrão para identificação de possíveis fraudes na bebida.

METODOLOGIA:

Inicialmente foi realizado um teste cego onde voluntários utilizaram apenas o recurso visual e olfativo para classificar as amostras de cervejas com suas respectivas marcas, como pode ser observado na Figura 1. Ao término, foi registrado o resultado levando-se em consideração a quantidade de erros e acertos.

Figura 1. Aplicação do teste cego para classificação de cervejas através da cor e do cheiro.

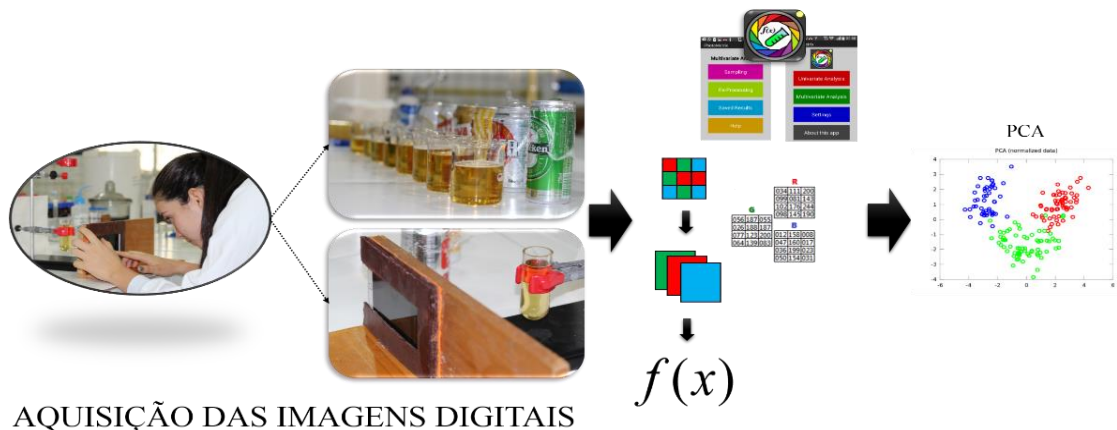


Para obtenção das imagens foi utilizado o aplicativo PhotoMetrix® versão 1.0.5 no módulo “Multivariate Analysis”, em um smartphone Motorola MotoG4Plus operando com Android 7.0, câmera de 16 MP e ROI de 96 x 96 pixels.

As amostras de cervejas do Tipo Pilsen ($n = 8$) foram adquiridas no comércio de Nova Cruz-RN. Para aquisição das imagens, cerca de 50,0mL de cada amostra em temperatura ambiente foi transferida para um tubo de vidro borossilicato, sendo feito o registro das imagens com o auxílio de um suporte de madeira, o qual foi confeccionado para manter a estabilidade do aparelho. As etapas da análise estão apresentadas na Figura 2.

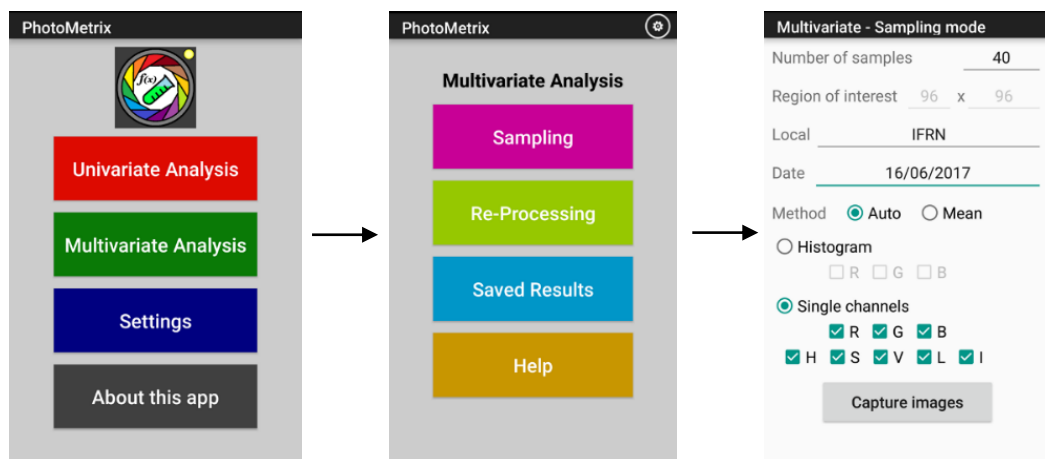
Figura 2. Esquema geral para aquisição e tratamento dos dados obtidos para oito amostras de cervejas claras.

TRATAMENTO MULTIVARIADO DE DADOS



Na programação do aplicativo escolheu-se a opção de análises multivariadas e, em seguida, selecionou-se a alternativa de amostragem, como pode-se verificar na Figura 3, configurou-se a captura de imagens em 40 amostras, realizando 5 registros fotográficos para cada marca, utilizou-se os histogramas RGB com seleção dos canais de cores individuais R, G, B, H, S, V, L, I e fez-se o experimento nos dois métodos possíveis, auto-escalonados e centrados na média, no intuito de comparar e usufruir daquele que resultasse em uma melhor PCA.

Figura 3. Interface gráfica de configuração da análise do aplicativo PhotoMetrix.



Para analisar a absorvância das cervejas, utilizou-se um espectrofotômetro de absorção molecular de radiação UV/VIS, selecionando o comprimento de onda de 430 nm. As amostras foram postas em béqueres e esperou-se até que fosse alcançada a temperatura ambiente (25 °C). O líquido foi transferido para cubetas de 1 cm de comprimento, essas foram previamente higienizadas com água destilada e algodão. Antes de iniciar a análise no equipamento, realizou-se um ensaio em branco, analisando o espectro de absorção da água destilada, depois foram sendo colocadas cada alíquota e anotando a sua respectiva absorvância. Os resultados obtidos foram

convertidos para a escala SRM e assim relacionou-se cada valor com o padrão de cores estabelecido.

Ainda no espectrofotômetro, se verificou o espectro de algumas marcas para serem comparados com o da literatura.

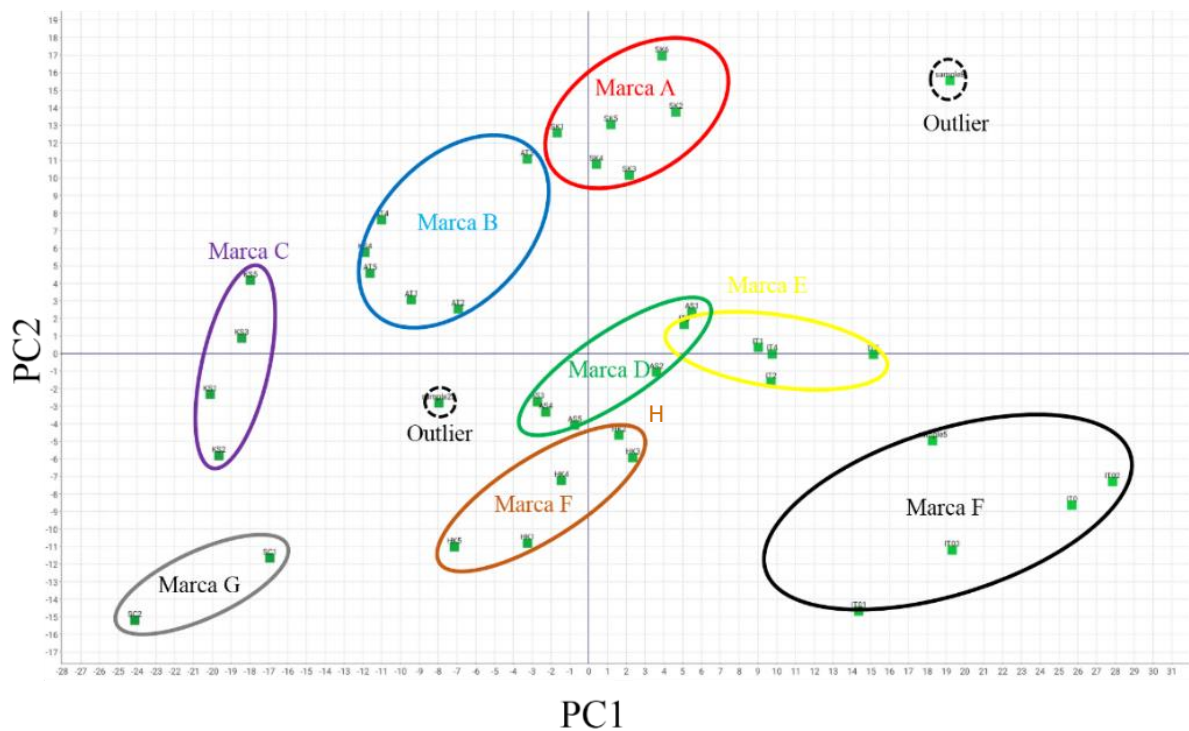
RESULTADOS E DISCUSSÃO:

O teste cego teve por objetivo avaliar a capacidade que os consumidores de cerveja possuem de reconhecer, a partir da cor e do cheiro, as marcas disponibilizadas. Cerca de onze pessoas fizeram o teste, sendo observado apenas 12,5% de acertos. O resultado demonstrou que os consumidores participantes, de um modo geral, possuem dificuldades para diferenciar os tipos em função da aparência ou odor das amostras, podendo ser facilmente enganados por cervejas indesejáveis.

No tratamento das imagens digitais obtidas, os resultados das decomposições dos dados por meio da PCA mostraram a classificação das cervejas em função de cada tipo, o modelo de separação dos pixels que forneceu os melhores resultados neste trabalho pode ser observado na Figura 4 a seguir.

Figura 4. Gráfico de escores da PCA (PC1 (68,31%) versus PC2 (30,52%)) para a classificação das amostras de cerveja das marcas denominadas de A à G.

Gráfico de escores da PCA: PC1 (68,31%) x PC2 (30,52%)



O resultado mostrou que com três componentes principais aproximadamente 100% da variância total do conjunto de dados foi descrita, de modo que PC1 desenvolveu 68,31%, PC2 obteve 30,52% e PC3 1,17% da variabilidade total do conjunto de dados obtidos. Foi possível observar que o resultado da PCA com os dados auto escalados foi mais significativo, apresentando maior similaridade entre as cervejas de mesma marca, pois esse método dá a mesma importância a todas os dados, minimizando o efeito de uma variável dominante.

A distinção alcançada no PhotoMetrix é decorrente da variação da cor das cervejas de acordo com a marca, desse modo as absorvâncias de cada uma dessas também são diferentes, como pode-se observar na tabela 1. Isso acontece devido a interação da luz com a matéria, de modo que dependendo da sua composição química, têm-se um comprimento de onda específico para a sua maior absorção, esse momento relaciona-se com a cor da amostra, por exemplo, uma solução verde absorve luz vermelha e transmite luz amarela e azul, as quais são denominadas cores complementares. Desse modo, as cervejas apresentaram os valores de absorvância apresentados na tabela 1, juntamente com o resultado obtido na escala SRM para comparação de cores.

Tabela 1. Relação entre as absorvâncias determinadas no espectrofotômetro e o resultado do cálculo de SRM.

Cervejas	Absorvância	SRM
Marca A	0,379	4,76 ~ 5
Marca B	0,429	5,45 ~ 5
Marca C	0,350	4,81 ~ 5
Marca D	0,375	4,44 ~ 4
Marca E	0,399	5,07 ~ 5
Marca F	0,433	5,50 ~ 5
Marca G	0,409	5,19 ~ 5
Marca H	0,517	6,56 ~ 7

Os valores resultantes do cálculo SRM foram aproximados para relacionar com a paleta de cores adotada na escala, a qual pode ser observada na Figura 5. Vale salientar que é difícil usar essa referência de cores em uma tela de computador (a menos que seja corrigida por cores), mas a imagem mostra de forma aproximada a paleta definida pela escala SRM nas cervejarias.

Figura 5. Paleta de cores para a classificação de cor da escala Standard Reference Measurement (SRM)^[6].

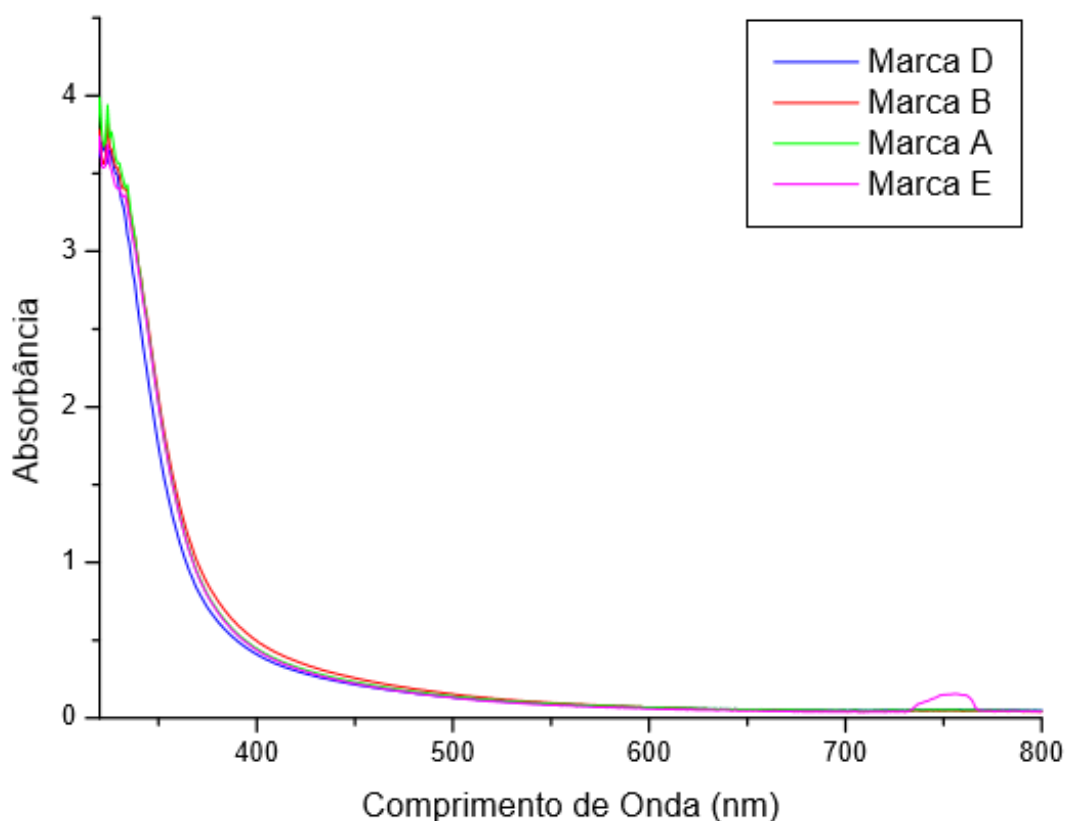


As oito marcas de cervejas analisadas, como já previsto na Figura 5, fazem parte do estilo American Lager, estando a maioria em uma intensidade de cor mediana de número 5. Apenas a marca D apresentou coloração mais clara e, a que mais se distanciou das demais, que foi também a marca que obteve o maior número de acertos, foi a de letra H, devido a cor escura que facilita a sua identificação.

Nos espectros de absorvância mostrados na Figura 6, é possível observar a influência da cor de soluções nessa propriedade óptica, de modo que os estilos mais escuros mais escuros apresentados, possuem sinal mais intenso no espectrofotômetro. A absorvância na faixa de comprimento de onda 430 nm encontra-se em destaque devido a sua importância no cálculo da escala SRM (equação 1), tendo assim uma variação significativa entre o espectro de cada estilo de cerveja nesse ponto.

Focando-se no espectro de absorvância do estilo American Lager presente na Figura 6, pode-se notar que os resultados são compatíveis com os dados apresentados na literatura^[7]. Esse tipo de cerveja também é conhecida por Pilsen ou cervejas claras, devido a típica coloração adotada, desse modo os espectros das bebidas desse estilo são muito próximos e, por isso, foram registradas apenas algumas marcas para comparar e confirmar a similaridade do perfil dessa curva com o espectro da literatura presente na Figura 6.

Figura 6. Espectros de absorbância das marcas de 4 cerveja analisadas do estilo American Lager.

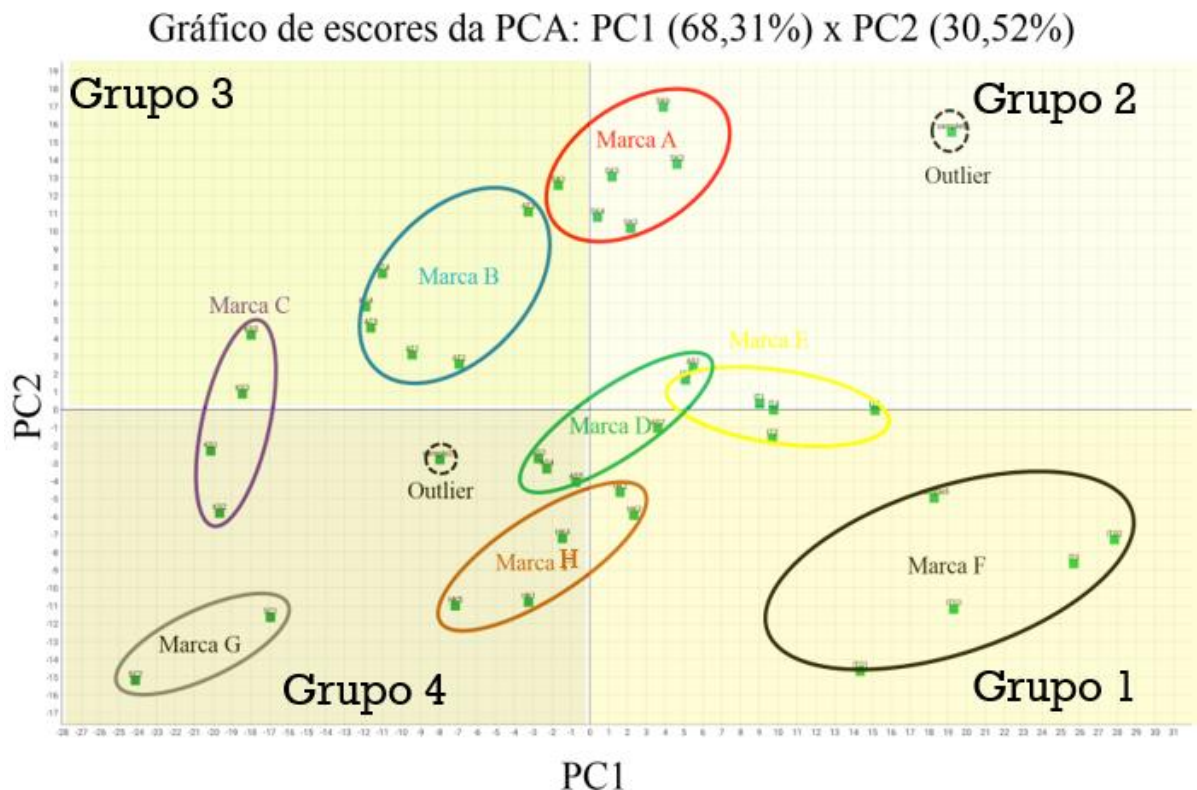


Para uma análise mais detalhada, pode-se dividir o quadrante representado na Figura 4 em quatro grupos, relacionando com as marcas presente em cada um deles. Dentro desses, segundo os canais de cores R, G, B, H, S, V, L e I pode-se concluir que as cargas positivas da PC1 (lado direito), encontram-se os resultados das cervejas que apresentam tons de cores claros, já o lado negativo é responsável pelos tons intermediários. Dentro dessa divisão, têm-se também as características previstas pela PC2, que separa o lado de tons mais claros (acima) dos de tons menos claros (abaixo). Essa classificação está bem definida na tabela 2 e pode ser melhor visualizada na Figura 7.

Tabela 2. Classificação das marcas de cerveja pelos canais de cores.

Grupos	Marcas	Tonalidades de cor
1	E e F	Clara
2	A e D	Mais clara
3	B	Intermediária mais clara
4	H, G e C	Intermediária menos clara

Figura 7. Gráfico de escores da PCA (PC1 (68,31%) versus PC2 (30,52%)) em agrupamentos que diferem-se de acordo com a intensidade da cor apresentada.



*cores meramente ilustrativas

É possível destacar que as marcas que mais se distanciaram das outras e ficaram isoladas em um grupo, são as que apresentam, visualmente, uma coloração mais diferente das demais. Comparando-se esse resultado com o da espectrometria de absorção que já foi antes definida, também são confirmadas nas análises feitas no PhotoMetrix através das cores, sendo essa a propriedade responsável pela diferenciação entre as marcas.

Por fim, pode-se relacionar esses resultados com a composição química característica de cada uma das marcas de cerveja, de modo que dependendo do tratamento utilizado em sua produção, se estabelece uma cor para a solução e, embora não seja notável essas diferenças, a mesma pode ser uma alternativa barata e simples para a comparação de marcas e reconhecimento de padrões, além de ser uma otimização dos métodos usuais e uma proposta de identificar a falsificação desse produto.

CONCLUSÕES:

De posse dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que o método de classificação das cervejas claras pode ser aplicado em casos em que haja dúvidas sobre um determinado rótulo de cerveja. O método também poderia ser utilizado nas chamadas “batidas policiais” com o objetivo de realizar os flagrantes

iniciais de uma operação, facilitando e agilizando o trabalho policial.

REFERÊNCIAS:

- [1] SILVA, T. C. O.; GODINHO, M. S.; OLIVEIRA, A. E. Identification of pale lager beers via image analysis. *Latin American Applied Research*. 41 (2011) 141.
- [2] GODINHO, M. S.; PEREIRA, R. O.; RIBEIRO, K. O.; SCHIMIDT, F.; OLIVEIRA, A. E.; OLIVEIRA, S. B. Classificação de refrigerantes através de análise de imagens e análise de componentes principais (PCA). *Química Nova*. 31 (2008) 1485.
- [3] GRASEL, F. S.; FERRÃO, M. F.; HELFER, G. A.; COSTA, A. B. Principal component analysis of commercial tannin extracts using digital images on mobile devices. *Journal of Brazilian Chemical Society*. 12 (2016) 2372.
- [4] G1. Notícia: Polícia fecha duas fábricas de cerveja falsificada em Vicente Pires, no DF, 2016. Disponível em: < <http://g1.globo.com/distrito-federal/noticia/2016/06/policiafecha-duas-fabricas-de-cerveja-falsificada-em-vice-pires-no-df.html> >. Acesso em 10 de julho de 2017.
- [5] G1. Notícia: Polícia prende 4 suspeitos de adulterar rótulos de cerveja no Paraná, 2017. Disponível em: < <http://g1.globo.com/pr/norte-noroeste/noticia/2017/02/policia-prende-4-suspeitos-de-adulterar-rotulos-de-cerveja-no-parana.html> >. Acesso em 4 de agosto de 2017.
- [6] HARBISON, M. BEERSCI: HOW BEER GETS ITS COLOR: MEET THE TWO CHEMICAL REACTIONS THAT MOST INFLUENCE THE MALT CHARACTER AND COLOR OF YOUR BREW.. 2012. Disponível em: < <http://www.popsci.com/science/article/2012-12/beersci-how-beer-gets-its-color> >. Acesso em 21 de junho de 2017.
- [7] BARTH, Roger. *The chemistry of the beer: the Science in the suds*. United States of America: Wiley, 2013.