



QUANTIFICAÇÃO DE PARTÍCULAS POR ESPALHAMENTO DE LUZ E DETERMINAÇÃO DA COR DE ÁGUAS

RESUMO

David Antonio Brum Siepmann
davidsiepmann@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
Do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Ricardo Schneider
rikardos17@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal
Do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Alberto Yoshihiro Nakano
alb.nak@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal
Do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

A qualidade da água está relacionada diretamente com alguns indicadores, como a turbidez e a cor. Define-se turbidez como a quantidade de partículas e nano partículas suspensas na amostra, quantificada pela Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU). O processo de nefelometria refere-se à incidência de um feixe de radiação em uma amostra, a partir da intensidade da luz espalhada em um ângulo de noventa graus em relação ao feixe é possível extrair informações. A cor da água está associada a presença de substâncias dissolvidas na água, a determinação usualmente é feita por comparação visual com soluções de cloroplatinato de cobalto ou com discos que se assemelham a cor. O objetivo é relacionar níveis de turbidez com imagens fotográficas do perfil de espalhamento da luz sobre a amostra analisada em diferentes comprimentos de onda para avaliar a influência luz espalhada com tamanho das partículas. Analisando a imagem em um sistema de cores, com *RGB*, *CMYK* ou *YCbCr*, é possível obter um parâmetro característico para cada componente da imagem, de acordo com os níveis de turbidez. A determinação da cor deverá ser analisada uma imagem fotográfica da amostra, com o feixe a 90° e a 180° e relacionar os canais de um sistema de cores para determinar a cor e identificar meios para comparação computacional. A utilização de imagens fotográficas permite a redução dos custos, mantendo resultados satisfatórios em determinados níveis de precisão, tornando um processo viável para determinação da turbidez e cor da água em locais com baixa infraestrutura.

PALAVRAS-CHAVE: Turbidímetro; Colorímetro; Baixo custo.

INTRODUÇÃO

Fisicamente a turbidez é a radiação espalhada ou absorvida em vez de ser transmitida sem nenhuma mudança na direção no feixe. A turbidez é um parâmetro internacionalmente aceito para monitoramento da qualidade de água, pois sua claridade é importante para produção de produtos destinados ao consumo humano e em muitos processos de manufaturas. Para a produção de água potável, partículas e material coloidal em águas turvas podem inviabilizar processos de desinfecção por radiação ultravioleta, abrigar micro-organismos patogênicos e reduzir o poder oxidante de agentes desinfetantes ou consumir o agente em reações que levam a formação de produtos tóxicos (KELLEY et al., 2014). A turbidez é mais comumente quantificada pela Unidade Nefelométrica de Turbidez (*Nephelometric Turbidity Unit (NTU)*) ou pelo seu equivalente Unidade Formazina de Turbidez (*Formazin Nephelometric Unit (FNU)*). Nefelometria refere-se ao processo de incidência de um feixe de radiação em uma amostra de líquido e a determinação da intensidade da luz espalhada em um ângulo de noventa graus em relação ao feixe (INSTRUMENTATION TESTING ASSOCIATION, 1999, p. 2-1 – 2-4).

Outra avaliação pode ser feita de acordo com a cor da água, que pode ser alterada devido a presença de matéria orgânica ou de ferro e outros metais. A ocorrência de cor pode ser resultado de algum processo natural ou devido a contaminação por resíduos industriais (HELLER; PÁDUA, 2010, p. 193-194). A cor é definida de duas maneiras, a cor aparente que é a observada logo após a coleta sem nenhum tratamento. Já a cor real é obtida após a completa remoção da turbidez, caso exista. A determinação usualmente é feita por comparação visual com soluções de platina-cobalto ou com discos que se assemelham a cor padronizada platina-cobalto (RICE et al., 2012, p. 2120).

METODOLOGIA

COR

Uma das formas para aquisição de imagens digitais é por meio de sensores distribuídos matricialmente, sendo assim cada valor encontra-se na forma $V = a_{mn}$. A quantidade de pontos varia com o sensor, quanto maior for a quantidade de pontos adquiridos maior será a informação disponível. Imagens coloridas possuem mais de uma matriz para representar as cores. Existem diversas formas para a representação, utiliza-se os métodos de acordo com a aplicação. O sistema *RGB (Red, Green, Blue)* consiste na representação das cores com sistema aditivo de três componentes, utilizado em monitores e câmeras digitais. Outros sistemas como *CMY (Cyan, Magenta, Yellow)* sistema subtrativo utilizado em impressoras, *HSI (Hue, Saturation, Intensity)* sistema que representa a visão humana (GONZALEZ; WOODS, 2010, p. 32; 264-265).

Em um sistema geométrico vetores são definidos como segmentos de retas, ou seja, um vetor representa uma reta entre dois pontos no espaço. A representação de uma cor através de um ponto multidimensional permite relacionar a variação de cores por meio de vetores. O módulo de um vetor, de um ponto de cor A até B, representa uma diferença absoluta entre a cor de referência e as demais cores, no entanto duas cores a_1 e a_2 podem ter a mesma

distância até cor de referência, mesmo sendo diferentes. A diferença real entre as cores analisadas é obtida através da comparação entre cada um dos componentes do sistema.

TURBIDEZ

A captação das imagens fotográficas ocorre pelo processo de nefelometria, com o protótipo impresso por uma impressora 3D mostrado na figura 1, onde utiliza-se uma cubeta padrão, normal em turbidímetros comerciais, para armazenar as amostras. Como o receptor foi utilizada uma câmera *web* com resolução de 640x480 *pixels*. Para fonte luminosa utilizou-se *leds* (*Light Emitting Diode*) de alto brilho nas cores: amarelo, azul, branco e verde. Para análise do comportamento da intensidade do led e a luz captada utilizou-se a variação de corrente nos led de 3 mA, 5 mA e 10 mA.

Figura 1 - Montagem utilizada para captação das imagens



Fonte: Autoria própria (2017).

Utilizou-se um *script* na linguagem Python para controlar a câmera, dessa maneira são capturadas 5 imagens em intervalos de 1 segundo. Os padrões utilizados possuem os valores de 0,1 NTU, 5 NTU, 10 NTU, 100 NTU. A forma de quantificar as imagens baseia-se em obter um valor único para a imagem, por meio de uma componente de três sistemas de cores.

RESULTADOS

COR

Com a determinação da distância realiza-se um ajuste linear e outro quadrático, que mostram a relação entre distância das cores e os padrões. Os padrões utilizados para o processamento variam em seis cores da água incolor até 0.10 mg/mL de Fe^{2+} . A tabela 1 exhibe as correlações entre com a variação da alimentação do *led*. O ajuste linear não representa o problema satisfatoriamente, já que a correlação obtida com o ajuste quadrático é maior, tanto no sistema *RGB* quanto no *HSV*.

Tabela 1 - Correlação dos ajustes linear e quadrático, para os pontos obtidos das distâncias, nos sistemas *RGB* e *HSV* para as variações de alimentação do *led*

Forma de Ajuste	Corrente 5 mA	Corrente 10 mA	Corrente 15 mA	
<i>RGB</i>	Linear	0,686	0,706	0,709
	Quadrático	0,981	0,987	0,991
<i>HSV</i>	Linear	0,726	0,700	0,720
	Quadrático	0,974	0,988	0,990

Fonte: Autoria própria (2017).

TURBIDEZ

A tabela 2 apresenta os coeficientes de correlação para quatro cores de *leds*, amarelo, azul, branco, verde, nos sistemas de cores *RGB* e *Gray Scale*, os valores com preenchimento cinza sinalizam as correlações maiores que 0,998. Nesta análise o *led* branco demonstra maior fidelidade ao representar o fenômeno, com correlações satisfatórias na corrente de 3 mA com sistema de cores *RGB*. O sistema de cores *Gray Scale* apresenta os índices de correlação elevados, nas quatro cores nota-se um índice superior 0,94 em pelo menos uma das correntes de alimentação. Observa-se que a utilização da câmera possui uma limitação na quantidade de radiação exposta sobre o sensor, uma quantidade muito grande de luz pode fazer com que as imagens fiquem todas iguais, ou seja, ocorre uma saturação na quantidade de luz presente nas imagens.

Tabela 2 - Correlação das regressões lineares de cada componente dos sistemas de cores: *RGB* e *Gray Scale*, com os *leds* de cor: amarelo, azul, branco e verde nas correntes de 3 mA, 5 mA e 10 mA

<i>Led</i>	Corrente	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>	<i>Gray Scale</i>
Amarelo	3 mA	0,9940	0,9952	0,6043	0,9956
	5 mA	0,9946	0,9955	0,3177	0,9960
	10 mA	0,9962	0,9934	0,2048	0,9948
Azul	3 mA	0,9918	0,9216	0,8496	0,9475
	5 mA	0,9946	0,8355	0,7439	0,9038
	10 mA	0,9947	0,7031	0,5749	0,8588
Branco	3 mA	0,9992	0,9980	0,9992	0,9994
	5 mA	0,9930	0,9985	0,7759	0,9912
	10 mA	0,8772	0,7826	0,5565	0,9298
Verde	3 mA	0,9905	0,9878	0,9930	0,9923
	5 mA	0,9932	0,9252	0,9478	0,9540
	10 mA	0,9925	0,7185	0,9930	0,9136

Fonte: Autoria própria (2017).

CONCLUSÃO

Com a utilização de imagens percebe-se que é possível diferenciar as cores em pequenas variações, ainda é necessário mais estudo para determinar a cor de forma precisa. A pesquisa para desenvolvimento da estrutura para medição da

cor continua em andamento, com objetivo de futuramente poder medir a cor de águas juntamente com o equipamento de turbidez. Com a medição integrada em um único aparelho espera-se reduzir o tempo para coleta de dados de uma amostra, utilizando a apenas um equipamento as duas medidas serão feitas em sequência.

Observa-se que a utilização de *leds* permite a determinação da turbidez, percebe-se que será possível reduzir o consumo de energia do equipamento. Com a redução no consumo de energia aumenta-se a viabilidade para utilização remotamente. A utilização deste método possibilita também o estudo em outras áreas, como a determinação a poeira de um local, crescimento de bactérias, as pesquisas nestas áreas podem facilitar a determinação de certos processos que atualmente são onerosos, pois levam muito tempo para serem completados.

QUANTIFICATION OF PARTICLES BY LIGHT SCATTERING AND WATER COLOR DETERMINATION

ABSTRACT

Water quality is directly related to some indicators, such as turbidity and color. Turbidity is defined as the number of particles and nano-particles suspended in the sample, quantified by the Nephelometric Turbidity Unit (NTU). The nephelometry process refers to the incidence of a beam of radiation in a sample, from the intensity of light scattered at an angle of ninety degrees in relation to the beam it is possible to extract information. The color of water is associated with the presence of substances dissolved in water, the determination is usually made by visual comparison with solutions of cobalt chloroplatinate or with disks that resemble color. The objective is to relate turbidity levels with photographic images of the scattering profile of the light on the sample analyzed at different wavelengths to evaluate the influence of scattered light with particle size. By analyzing the image in a color system with RGB, CMYK or YCbCr, it is possible to obtain a characteristic parameter for each component of the image, according to the turbidity levels. The color determination should be analyzed a photographic image of the sample, with the beam at 90 ° and 180 ° and relate the channels of a color system to determine the color and identify means for computational comparison. The use of photographic images allows the reduction of costs, maintaining satisfactory results at certain levels of precision, making a process feasible for determination of turbidity and color of water in places with low infrastructure.

KEYWORDS: Turbidimeter; Colorimeter; Low cost.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação Araucária FA - Paraná/Brasil.

REFERÊNCIAS

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora Ufmg, 2010. (8570418450). p. 193-194

KELLEY, Christopher et al. An Affordable Open-Source Turbidimeter. **Sensors**, [s.l.], v. 14, n. 4, p.7142-7155, 22 abr. 2014. MDPI AG.
<http://dx.doi.org/10.3390/s140407142>.

INSTRUMENTATION TESTING ASSOCIATION. Suspended Solids and Turbidity Analyzers Online Maintenance Benchmarking Study. **Henderson**: Instrumentation Testing Association, 1999. (1583460055, 9781583460054). p. 2-1 – 2-4

RICE, Eugene W. et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, Dc, Usa: American Public Health Association, 2012. (9780875530130). p. 2120

GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E. **Processamento Digital De Imagens**. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2010. (8576054019, 9788576054016). p. 32; 264-265.

Recebido: 31 ago. 2017.

Aprovado: 02 out. 2017.

Como citar:

SIEPMANN, David A. B.; SCHNEIDER, Ricardo; NAKANO, Alberto Y. QUANTIFICAÇÃO DE PARTÍCULAS POR ESPALHAMENTO DE LUZ E DETERMINAÇÃO DA COR DE ÁGUAS. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 22., 2017, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2017/index>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

David Antonio Brum Siepmann
Rua Herminio Nichetti, número 60, Jardim Pacaembu, Toledo, Paraná, Brasil.

Direito autoral:

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

