



## A CORRELAÇÃO ENTRE A INTENSIDADE DA LUZ MONOCROMÁTICA LINEARMENTE POLARIZADA E A DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS

FRANCIELE D. FERREIRA<sup>1</sup>, ALEXANDRE M. FERRAZ<sup>2</sup>, FERNANDO SAMPAIO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Tecnologia em Mecatrônica Industrial, IFSP Campus Araraquara, franciele\_diasferreira@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor Doutor no IFSP campus Araraquara, ferrizam@ifsp.edu.br

<sup>3</sup> Professor no IFSP campus Araraquara, fernando.sampaio@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Ótica – 1.05.02.02-5

**RESUMO:** Um dos parâmetros principais de controle de qualidade em indústrias de alimentos é a determinação de sólidos solúveis totais (Brix). Este trabalho tem como objetivo desenvolver estudos acerca dos princípios de polarização linear da luz monocromática correlacionando a intensidade com o nível de concentração de sacarose ao atravessar a solução. Diante do conjunto óptico, um laser e dois filtros polarizadores, quando a direção de polarização da luz transmitida for paralela à direção de polarização do primeiro polarizador, e o segundo polarizador for alinhado ao primeiro, ou seja, ambos polarizadores na mesma direção de polarização, toda luz é transmitida ao fototransistor. Porém, quando o segundo polarizador for alinhado perpendicular ao primeiro, a intensidade de luz transmitida será nula. Sendo assim, para cada solução numa determinada concentração, deve-se medir a intensidade de luz transmitida. A calibração do conjunto óptico será feita com água destilada e os dois polarizadores alinhados na mesma direção de polarização. E com auxílio do microcontrolador Arduino será informado no *Serial Monitor* Arduino a intensidade de luz que chega ao fototransistor. Desta forma, será possível correlacionar o Brix de cada solução com a intensidade encontrada e com isso, gerar uma tabela no Excel para cada Brix sua respectiva intensidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** arduino; brix; fototransistor; intensidade; luz; polarizador.

### INTRODUÇÃO

Medeiros (2014) destaca a grande importância do controle de qualidade de produtos e processos para o desenvolvimento da indústria. Uma das análises físico-química mais utilizada é a determinação de sólidos solúveis totais (Brix). Segundo as normas descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), a medida deve ser realizada à uma temperatura de 20°C.

De acordo com Nóbrega et al. (2010, apud Viginosk, 2013), a escala Brix foi criada pelo matemático e engenheiro Adolfo F. Brix para medir diretamente a porcentagem de açúcar dissolvido. A escala é numericamente igual a porcentagem de sólidos solúveis totais em uma solução.

Segundo Cutnell e Johnson (2006), as ondas eletromagnéticas são ondas transversais e sua principal característica é ser polarizadas. Os mesmos autores definem que a onda está linearmente polarizada quando suas vibrações ocorrem numa única direção de polarização e a partir de uma luz não-polarizada, pode ser obtido uma luz linearmente polarizada com auxílio de filtro polarizador, conhecido comercialmente como Polaroid®.

De acordo com Halliday e Resnick (2014), quando as direções de polarização de dois filtros polarizadores se coincidem, a maior parte da luz passa pelos filtros, porém, quando as direções de polarização de dois filtros polarizadores são perpendiculares, a maior parte da luz é absorvida.

Cutnell e Johnson (2006), consideram a intensidade da luz polarizada que incide sobre o segundo polarizador caracterizado como  $I$ , essa intensidade que atravessa é a componente paralela ao eixo de transmissão ou  $I \cos \Theta$ . Desta forma, a intensidade da luz polarizada que atravessa o segundo polarizador é proporcional a  $\cos^2 \Theta$ . Sendo assim, a direção de polarização e a intensidade da luz podem ser ajustadas girando o segundo polarizador em relação ao primeiro.

O objetivo deste trabalho é desenvolver estudos bibliográficos e realizar ensaios óticos a partir da Lei de Malus e correlacionar a intensidade de luz com o nível de concentração de sacarose.

## METODOLOGIA

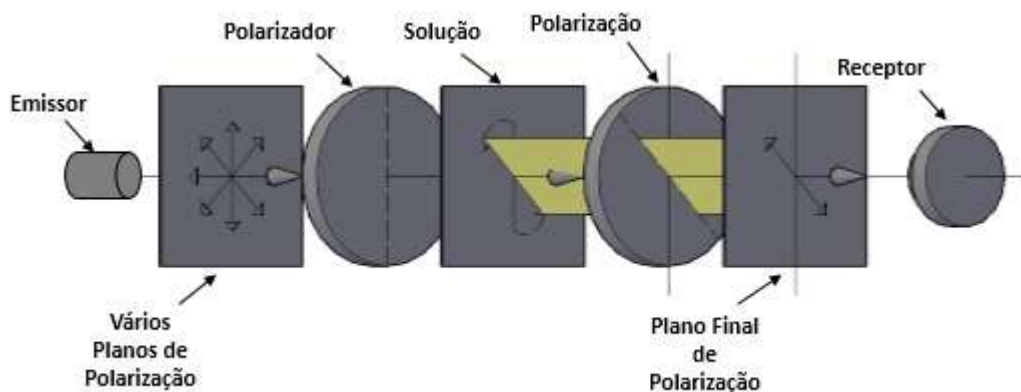
De acordo com as revisões bibliográficas acerca da Lei de Malus, será realizada a montagem do conjunto óptico utilizando dois filtros polarizadores analisadores, uma cubeta de vidro óptico, um laser, um fototransistor e um microcontrolador Arduino. Na montagem, todos os componentes, exceto o computador, ficarão numa caixa fechada, livre da passagem de luz para melhor precisão dos resultados, pois o fototransistor utilizado é um componente eletrônico cuja tensão de saída é variável de acordo com a intensidade da luz.

As soluções de sacarose serão preparadas de modo que, para uma solução de Brix 5, será pesado 5 gramas de sacarose por 100 gramas de água destilada, esse método será utilizado para preparar as demais soluções com diferentes porcentagem de sacarose.

Para a calibração do conjunto óptico será utilizado água destilada para ajuste dos polarizadores. Esse ajuste é o alinhamento de ambos polarizadores na mesma direção de polarização, desta forma, será possível medir a intensidade máxima de luz emitida pelo laser.

Os ensaios serão realizados de modo que, o laser emita um feixe de luz em direção da cubeta com a solução que estará entre os dois polarizadores atravessando o segundo polarizador e chegando até o fototransistor. A intensidade de luz recebida pelo receptor será informada através do microcontrolador Arduino (esses parâmetros podem ser visualizados no *Serial Monitor* do Arduino). Com isso, será gerado no Excel uma tabela para cada solução de sacarose de Brix conhecido suas respectivas intensidades.

A FIGURA 1 representa a rotação da polarização da luz de acordo com o Brix da solução analisada. A luz ao passar pelo primeiro polarizador estará polarizada verticalmente, ao passar pela solução de sacarose a polarização irá girar de um ângulo  $\Theta$  em torno do eixo de transmissão em relação a vertical. No segundo polarizador que foi alinhado com o primeiro será permitido passar a projeção com a vertical do novo estado de polarização.



**FIGURA 1. Representação da rotação da polarização.**

Fonte: AUTOR, 2016.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as soluções previamente preparadas com seguintes valores de Brix 5, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 é possível medir as respectivas e diferentes intensidades de luz, gerando a Tabela 1 que correlaciona intensidade e Brix.

**TABELA 1. Correlações de intensidade da luz entre Brix.**  
**Fonte: AUTOR, 2016.**

Intensidade	Brix
I <sub>5</sub>	Brix <sub>5</sub>
I <sub>10</sub>	Brix <sub>10</sub>
I <sub>20</sub>	Brix <sub>20</sub>
I <sub>30</sub>	Brix <sub>30</sub>
I <sub>40</sub>	Brix <sub>40</sub>
I <sub>50</sub>	Brix <sub>50</sub>
I <sub>60</sub>	Brix <sub>60</sub>

## CONCLUSÕES

Diante do exposto, considerando os estudos de polarização da luz e aplicando a Lei de Malus, será possível com o fototransistor medir a intensidade da luz polarizada que atravessa uma solução de sacarose numa determinada concentração e com esses valores de intensidades obtidos através do microcontrolador Arduino gerar a Tabela 1 constatando que a rotação da polarização da luz ocorre para cada amostra preparada conforme os estudos bibliográficos realizados.

As dificuldades encontradas até o presente momento foram adequação da potência do laser, o receptor, o material da cubeta, o alinhamento óptico do conjunto e o isolamento da luz ambiente.

Como Trabalho de Conclusão de Curso está sendo realizado em concomitante à esta Iniciação Científica, além da geração da Tabela 1 será possível interpolar os valores de intensidade e o Brix numa nova rotina no microcontrolador. Será feita uma interpolação linear entre os valores máximos de cada intervalo.

## REFERÊNCIAS

CUTNELL, J. D.; JOHSON, K. W. **Física**, v.2, p.237-239, 2006.

HALLIDAY, D.; RESNICK, J.W. **Fundamentos de Física**, v.4, p.14-15, 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-químicos Para Análise de Alimentos**, ed. 4, p. 97, 2008.

MEDEIROS, A. M. **Determinação de Sólidos Solúveis Totais em Sucos de Laranja Comercias Utilizando Espectroscopia e Calibração Multivariada**. 2014. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

VIGINOSKI, C. L. F. **Sistema Utilizando Vibração de um Transdutor Piezoelétrico para Medir Densidade de um Líquido**. 2013. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.