



# CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



## MONITORAMENTO AUTOMATIZADO DE PARÂMETROS NO CULTIVO DE MICROALGAS EM SISTEMAS FOTOAUTOTRÓFICO COM FOCO NA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

### **André Bellin Mariano**

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná  
andrebmariano@ufpr.br

### **Andressa Ruviaro Almeida**

Acadêmica do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná  
andressa.ruviaro@ufpr.br

### **Gabriel Francisco Nicolas Moreira**

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná  
gabrielmoreira568@gmail.com

### **Jackson Heinz Boehme**

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná  
boehme@ufpr.br

### **Jardel Machado de Lima**

Acadêmico do curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Paraná  
jardel\_ml@ufpr.br

### **Lee Vinagre Monteiro**

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná  
leemonteiro14@gmail.com

### **Pedro Henrique Peres Morais Lopes**

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná  
pedrohlopes98@gmail.com

### **Rafael Kazuhito Vidal Beltrão**

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná  
rafakazuhito@gmail.com

### **Yuri Eduardo Mendes Gandin**

Acadêmico do curso de Engenharia Química Universidade Federal do Paraná  
yurigandin@ufpr.br

**Resumo.** O desenvolvimento econômico e tecnológico acarreta em maior consumo de energia, aliado à isto está a preocupação com o meio ambiente gerando a motivação para o estudo e desenvolvimento de fontes de energia sustentáveis. Visando este equilíbrio, uma das alternativas que o Núcleo de Pesquisas e Desenvolvimento de Energia Autossustentável (NPDEAS) estuda é a produção de biocombustíveis através de microalgas. O cultivo ocorre por meio de um processo autotrófico realizado em duas partes, com estudos em laboratórios e em

escala macro. Os parâmetros da produção estão intimamente relacionados aos parâmetros de crescimento das microalgas, ou seja, são analisados: pH, temperatura, luminosidade e densidade. Com o intuito de aprimorar os estudos e análises faz-se o monitoramento de tais grandezas. Uma das formas é através de um equipamento automatizado que está em desenvolvimento ainda em escala de laboratório.

**Palavras-chave:** Sistema automatizado fotoautotrófico. Microalgas. Biocombustível.

## 1. INTRODUÇÃO

A economia de acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) [1] afeta diretamente o setor energético de um país, maior produção, maior consumo. Em adendo, os setores que aparecem com maior representatividade são: o industrial e o de transportes. Ressaltando que 56% do consumo de energia elétrica está relacionado à eletricidade e combustíveis líquidos.

Neste cenário o biocombustível - que por definição é um combustível derivado de materiais biológicos, incluindo matéria orgânica morta que não esteja fossilizada, e também proveniente de produtos metabólicos de organismo vivos, como, por exemplo, óleo vegetal para a produção de biodiesel – surge como alternativa sustentável [5].

Haja vista a importância do biocombustível, programas e leis governamentais sustentam essa ideia, como Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), a Lei 13.263 que dispõe sobre a adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado com o consumidor final, a Resolução CNPE nº 11 que dispõe sobre diretrizes para a importação de biocombustíveis, a Portaria MME nº 80, que dispõe sobre ensaios de biocombustíveis. De acordo com o Plano decenal de energia realizado pela EPE, a projeção de consumo por biodiesel apresenta-se na Figura 1 [6].

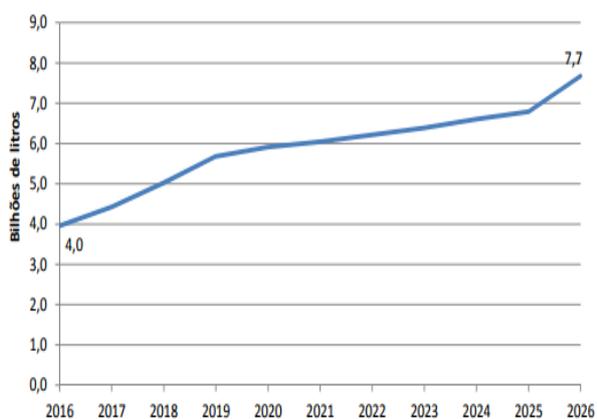


Figura 1: Demanda de Biodiesel [6]

## 2. A PRODUÇÃO

Ao fomentar o uso de biocombustíveis um fator de relevância é a forma de produção. Neste trabalho será abordado apenas uma das formas de produzir biocombustível que consiste na utilização de microalgas como matéria prima. Microalgas são organismos fotossintetizantes unicelulares ou colônias presentes em ambientes aquáticos ou úmidos [2], [3]. Elas podem ser empregadas na geração de diversos biocombustíveis, como biodiesel, gasolina, bioquerosene, etanol e biogás [7].

As vantagens ao utilizá-las são: alto potencial biotecnológico, grande teor de óleo na sua biomassa (atingindo 70% do peso seco), alta taxa de crescimento durante todo o ano (mesmo em ambientes salinos ou não convencionais), melhor aproveitamento da luz e geram menos impacto ambiental porque são eficientes fixadoras de CO<sub>2</sub> e seus nutrientes (nitrogênio e fósforo) podem ser adquiridos de efluentes líquidos industriais[2],[4],[7]. As estudadas no Núcleo de Pesquisas e Desenvolvimento de Energia Autossustentável (NPDEAS) são: *Acutodesmus obliquus*, *Claymidomonas reinardi* e *Chlorella sp* [3].

Neste trabalho será abordado no cultivo de microalgas em sistemas fotoautotrófico, assim como em sistemas comerciais de produção de biocombustíveis a partir de microalgas. Este tipo de cultivo também chamado de autotrófico, as microalgas, por meio de vias fotossintéticas, utilizam a luz como fonte de energia para fixação de CO<sub>2</sub> atmosférico [2],[7]. O cultivo pode ser realizado de duas formas: em sistemas abertos, fechados e sistemas isolados. No NPDEAS são estudados sistemas de cultivo em sistemas fechados e isolados, em fotobioreatores em escala macro e em laboratórios, são menos susceptíveis a contaminações e possuem maior produtividade por ter maior controle dos parâmetros de crescimento de microalgas [7],[8].

### 3. MONITORAMENTO AUTOMATIZADO DE PARÂMETROS

Como supracitado a produção de biocombustíveis pode ser através de microalgas com um sistema de cultivo fotoautotrófico fechado e isolado. Para verificar se as condições de rendimento desse tipo de matéria-prima necessitam-se analisar os parâmetros de produtividade, ou seja, os parâmetros de crescimento: temperatura, pH, iluminação e concentração (densidade) que pode inferir na quantidade de nutrientes da solução [3],[4].

A forma tradicional de aquisição de dados é através de cientistas que o fazem de forma manual. Este trabalho apresenta uma maneira alternativa para facilitar a rotina laboratorial de testes. Ou seja, um monitoramento de forma automatizada de análise contínua do qual faz a análise sem supervisão, ou seja, uma vez programado para executar uma rotina, a executará continuamente. Logo, o profissional que por vezes precisava permanecer de plantão para executar uma análise, com o equipamento terá melhores condições de trabalho.

Para isso foram desenvolvidos dois equipamentos, Figura 2 [9] e Figura 3, em paralelo a fim de atingir resultados de forma eficiente e ser possível uma comparação.



Figura 2: Controlador de microalgas de uma amostra



Figura 3: Controlador de microalgas para um conjunto de amostras

Os objetivos comuns desses equipamentos são: controlar em tempo real, através de uma rede de dados (utilizando a internet), o pH e a concentração da substância [9],[3]. A diferenciação é que o apresentado na Figura 2, controla a vazão de saída e entrada em um recipiente. Enquanto o da Figura 3 pode proporcionar uma iluminação local diferenciada para cada amostra e também mede a temperatura da amostra.

Cada etapa dos equipamentos possui um método para captar o sinal dos parâmetros monitorados. Tais quais: Temperatura, utiliza-se um sensor integrado (LM35). Para a medição de pH foi utilizado o pH-metro BDH Gelplas General Combination N°. 309/1050/03, associado a uma placa eletrônica para amplificar o sinal recebido (confeção própria). Para a iluminação local foram utilizadas 2 lâmpadas de 60W associados a uma placa comercial chamada Módulo Dimmer (Usinafio), para a identificação da concentração da substância (método da absorbância – pela absorção de luz da substância) isso foi realizado com LED RGB (produz todo espectro visível) e um LDR (*Light Dependent Resistor*) e para o controle de vazão foi utilizado 2 bombas peristálticas.

Todos os sinais desses recebidos passam por um microcontrolador que digitaliza esses dados (ATMega2560 e Esp8266). E repassa a um Servidor (RaspberryPi) que armazena os dados para enviar a plataforma *web*.

O equipamento da Figura 2 foi calibrado com 10 diluições de concentrações conhecidas e assim foi possível identificar a absorbância correspondente. Está funcional e passando as informações via *web* para o cientista conforme mostrada na Figura 4.

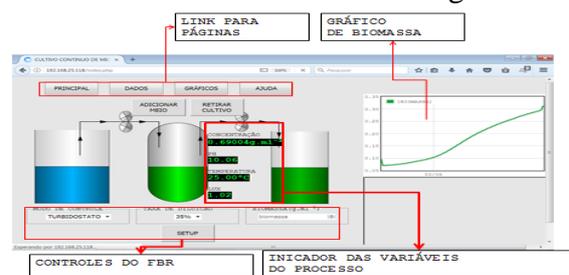


Figura 4: Página de Supervisão e Controle

Já o equipamento da Figura 3 está em desenvolvimento e ainda não foi calibrado.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o trabalho conjunto dos equipamentos de controle e monitoramento, é possível garantir a automatização e facilidade na produção de microalgas no sistema fotoautotrófico fechado de forma adequada para a produção de biocombustível. Com a tecnologia disponível até o momento, o controle da produção se limita em uma escala laboratorial; todavia, pretende-se finalizar e ampliar o projeto de modo que o processo funcione no auxílio da produção de microalgas em fotobiorreatores em escala industrial.

#### 5. AUTORIZAÇÃO

Os autores são responsáveis por garantir o direito de publicar todo o conteúdo de seu trabalho.

*Agradecimentos:* Ao Prof. André Bellin Mariano, Diego Araújo de Lima d'Agostin, Felipe Douglas Makara, Erik Dobrianskyj Weber, ao NPDEAS, UFPR – Setor de Tecnologia e as nossas famílias.

#### 6. REFERÊNCIAS

- [1] EPE. **Balanço Energético Nacional 2017. Relatório de Síntese | ano base 2016.** Rio de Janeiro-RJ, publicado em junho de 2017.
- [2] D. O. Correa. **Desenvolvimento E Caracterização do Cultivo de Microalgas em Fotobiorreator Alimentado por Emissões Gasosas de Motores.** 2015. 101f. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais. - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015.
- [3] A. R. Almeida. **Desenvolvimento de um equipamento de aquisição de dados para análise de microalgas em laboratório.** Congresso Internacional de Desenvolvimento da Engenharia Industrial - CIDEL. Junho, 2017. UNISOCIESC, Joinville-SC.
- [4] R. L. L. Ribeiro; K. C. C. Moraes; A. B. Mariano; J. A. Souza; D. A. Mitchell; J. V. C. Vargas. **Simulação Numérica da Influência da Temperatura e Intensidade Luminosa na Produção de Microalgas em Fotobiorreatores Demonstrando os Efeitos de Fotoinibição.** Universidade Federal do Paraná. Ano: 2012.
- [5] V. B. S. de Azeredo. **Produção de Biodiesel a partir do Cultivo de Microalgas: Estimativa de Custos e Perspectivas para o Brasil.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). 188f. Ano: 2012.
- [6] EPE. **Oferta de Biocombustíveis. Plano Decenal de Expansão de Energia 2026.** Ano: 2017.
- [7] B.S.A.F. Brasil; P.P.M. Brunale. **Comunicado Técnico 09. Potencial e Perspectivas da Utilização de Microalgas para Produção de Biocombustíveis.** Embrapa. Brasília-DF, dezembro de 2014. ISSN 2177-4447.
- [8] A. H. Perez; J. I Labbe. **Microalgas, Cultivo E Benefícios.** Revista de Biología Marina y Oceanografía Vol. 49, Nº2: 157-173, agosto 2014 Chile. DOI 10.4067/S0718-19572014000200001
- [9] D. A. de L. D'Agostin. **Automação de Fotobiorreatores para Cultivo de Microalgas em Regime Contínuo Visando Aumento da Produtividade.** 86f. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciências dos Materiais da Universidade Federal do Paraná. Ano: 2017.