

**ÁREA DE PESQUISA: Engenharia Bioquímica**

**DOCENTE ORIENTADOR: Adilson José da Silva**

**TÍTULO: Produção microbiana do corante natural indigoidina**

**RESUMO**

A demanda por corantes naturais para substituir análogos sintéticos vem crescendo à medida que aumenta o interesse da sociedade e do setor produtivo pelo desenvolvimento de processos sustentáveis. Entre os corantes naturais em estudo para produção por processos fermentativos está a indigoidina, um metabólito secundário de coloração azul produzido por alguns gêneros de bactérias. A indigoidina apresenta grande potencial de substituir o índigo, produzido majoritariamente por processos químicos poluentes, para uso como corante na indústria têxtil, bem como nos setores de alimentos, bebidas e cosméticos por não ser um produto tóxico. Dessa forma, a obtenção de linhagens microbianas capazes de produzir esse composto de forma eficiente é muito desejável, a fim de viabilizar sua produção em larga escala. Recentemente, em nosso grupo de pesquisas, foi construída uma linhagem geneticamente modificada da bactéria *Escherichia coli* capaz de produzir a indigoidina, e esse projeto visa dar continuidade a esta linha de pesquisa. O objetivo principal será a otimização da linhagem produtora a partir da implementação de modificações genéticas adicionais, previstas em estudos *in silico*, para aumentar a disponibilidade do precursor da indigoidina, bem como o estudo de transportadores para favorecer a secreção do produto para o meio extracelular. Após a finalização das modificações genéticas, a linhagem final será cultivada em biorreatores de bancada para otimização das condições de processo. Dessa forma, ao final do trabalho, pretende-se estabelecer uma linhagem produtora e condições de cultivo adequadas para produção eficiente de um biocolorante alternativo ao índigo.

**Palavras-chaves:** Engenharia metabólica; corantes naturais; metabólitos secundários; biorreator.

**ÁREA DE PESQUISA: Engenharia Bioquímica**

**DOCENTE ORIENTADOR: Alberto Colli Badino Junior**

**TÍTULO: Fermentação alcoólica extrativa com arraste gasoso de etanol e recuperação por permeação**

### RESUMO

O etanol continua sendo uma excelente alternativa aos combustíveis fósseis, pois pode ser produzido a partir de matérias primas renováveis. Durante a produção de etanol, a fermentação e a recuperação são os estágios críticos do processo produtivo, uma vez que o etanol é o principal componente tóxico para a levedura, atuando como inibidor não competitivo e alcançando baixas concentrações no caldo. Uma forma de superar o efeito de inibição sobre a levedura e obter uma maior produtividade em etanol é extrai-lo do caldo durante o processo fermentativo, sendo o arraste gasoso de etanol por CO<sub>2</sub> uma técnica eficiente. Embora a extração de etanol por CO<sub>2</sub> seja vantajosa na fermentação extrativa, é necessário encontrar métodos eficientes e de baixo custo para recuperação do etanol removido, a fim de tornar o processo integrado economicamente viável. Dados os avanços de tecnologias de membranas, a recuperação de etanol por permeação gasosa tem atraído a atenção para integração no processo de fermentação extrativa por arraste de etanol por CO<sub>2</sub>. Neste contexto, o objetivo deste estudo é confeccionar um sistema de recuperação contendo membrana polimérica capaz de separar componentes de uma corrente composta por CO<sub>2</sub>, água e etanol advinda de uma fermentação extrativa com *stripping* de etanol por CO<sub>2</sub>. A seguir é apresentado um esquema em escala de bancada sugerindo como seria o aparato experimental utilizado para o desenvolvimento do projeto.

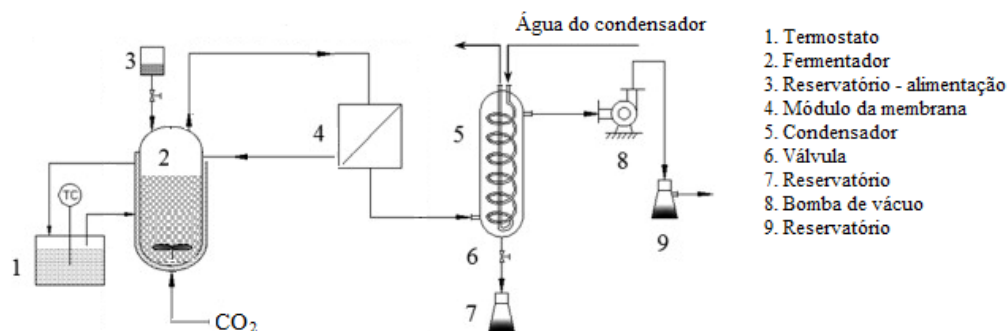


Figura 1 – Esquema do processo integrado de produção de etanol

**Palavras-chaves:** etanol; membranas; fermentação extrativa, permeação.

**ÁREA DE PESQUISA: Engenharia Bioquímica**

**DOCENTE ORIENTADOR: Alberto Colli Badino Junior**

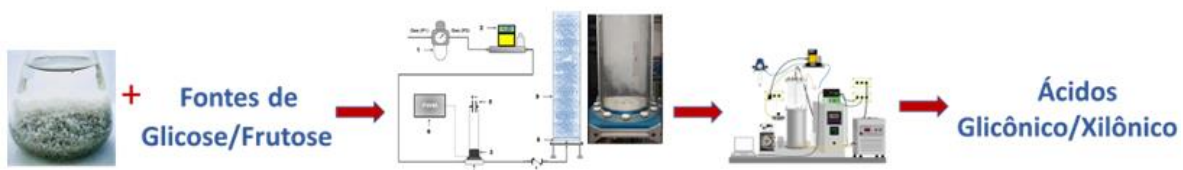
**TÍTULO: Avaliação do desempenho de biorreator coluna de bolhas com sistema de geração de bolhas finas na produção de ácido glucônico por *whole-cells***

O ácido glucônico (AG) é composto obtido a partir da oxidação da glicose e amplamente utilizado nas indústrias química, farmacêutica, alimentícia e de construção civil.

É produzido industrialmente a partir de cultivos aeróbios utilizando o fungo *Aspergillus niger*. Tal processo requer meios de cultura complexos para atender o crescimento celular, apresenta riscos de contaminação e a necessidade de diferentes etapas de recuperação do produto. Uma outra forma de se produzir esse ácido é a partir de processos enzimáticos que, no entanto, apresentam custo elevado devido ao alto preço das enzimas comerciais, inviabilizando a produção em larga escala.

Alternativamente aos processos anteriores, propõe-se a utilização de “whole-cells” ou “células em condições de não crescimento” na produção de AG, que se apresentam como biocatalisadores robustos, de baixo custo e reutilizáveis. No caso da produção de AG, seleciona-se “whole-cells” de microrganismos selvagens não patogênicos que possuam as enzimas constitutivas glicose oxidase (GOD) e catalase (CAT), responsáveis por catalisar a oxidação de glicose a AG.

Nesse tema de dissertação pretende-se avaliar a produção de AG em biorreator pneumático coluna de bolhas provido de sistema de geração de bolhas finas recentemente patentado utilizando “whole cells” como catalisadores. Propõe-se uma abordagem de processo onde serão avaliadas a demanda e a transferência de oxigênio, a identificação das etapas controladoras e o modo de operação do biorreator, visando otimizar condições de operação de forma a maximizar a produção de AG.



**Palavras-chaves:** biorreator coluna de bolhas, sistema de geração de bolhas finas, ácido glicônico, *whole-cells*; transferência de oxigênio.

**ÁREA DE PESQUISA: Engenharia Bioquímica**

**DOCENTE ORIENTADOR(A): Profa. Dra. Fernanda Perpétua Casciotori**

**TÍTULO: Produção de endoglucanase por fungo termofílico cultivado em bagaço de cana: efeito de pré-tratamentos e de diferentes tamanhos de partícula do substrato**

### **RESUMO**

Nas últimas décadas, o interesse nos sistemas celulolíticos de fungos termofílicos motivou o desenvolvimento de pesquisas visando o uso de suas enzimas em vários setores industriais, como na produção de biocombustíveis, particularmente do etanol de segunda geração. Neste contexto, o cultivo em estado sólido (CES) surge como tipo alternativo de bioprocessos viável e interessante para a produção de celulases, por possibilitar o emprego de rejeitos sólidos agroindustriais como substratos e por proporcionar a obtenção dessas enzimas na própria biorrefinaria. Neste tipo de cultivo, as propriedades físico-químicas do substrato podem interferir de forma significativa sobre os rendimentos do bioprocessos. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo investigar o efeito de diferentes pré-tratamentos e vários tamanhos de partícula sobre a produção de endoglucanase pelo fungo termofílico *Myceliophthora thermophila* I-1D3b, já reportado na literatura como excelente produtor de tais enzimas, quando cultivado em bagaço de cana-de-açúcar acrescido de farelo de trigo. O emprego de pré-tratamentos antes do cultivo tem potencial de impulsionar a produção de endoglucanase por aumentar a exposição da fração celulósica da fibra. Similarmente, a seleção de tamanhos de partícula de bagaço mais apropriados ao CES pode favorecer a síntese enzimática, havendo que se encontrar o balanço adequado entre o aumento da área superficial para crescimento do fungo e a manutenção da porosidade ótima do meio. Neste projeto, será avaliado o efeito de pré-tratamentos com ácido, com base, hidrotérmico e com ozônio sobre a atividade de endoglucanase obtida de cultivos em escala de frascos. Da mesma forma, diferentes tamanhos de partícula de bagaço serão empregados na composição dos meios nos frascos de cultivo. As condições de cultivo que proporcionarem os melhores resultados em escala de frascos, tanto em termos de pré-tratamento quanto de tamanho de partícula do substrato, serão replicados em escala de biorreator de leito empacotado, tendo em vista avaliar se o resultado se mantém com a ampliação de escala.

**PALAVRAS-CHAVE:** fermentação em estado sólido; resíduos agrícolas; enzimas; bioprocessos; biocombustíveis.

**ÁREA DE PESQUISA: Engenharia Bioquímica**

**PROFESSOR: Paulo Waldir Tardioli**

**TÍTULO: Modificação enzimática de óleos vegetais da Amazônia: síntese de produtos para a indústria de alimentos e de cosméticos**

**RESUMO:** A região amazônica brasileira se destaca no cenário mundial pelo enorme potencial de sua flora. Há várias espécies oleaginosas, com destaque para as palmeiras nativas (espécimes de babaçu, buriti e açaí, por exemplo) e as castanheiras. O extrativismo sustentável dessa região fornece produtos de grande valor econômico. Essa é uma atividade tradicional dos povos que vivem na floresta, tanto em terras indígenas quanto nas reservas extrativistas. Dentre os inúmeros produtos do extrativismo (vegetal) da Amazonia, pode-se citar o cacau, a castanha-do-pará, o fruto do açaí e do babaçu (cocos). Esses produtos são fontes de óleos de interesse no mercado nacional e internacional, com destaque para a indústria de alimentos e cosmética. Embora os óleos *in natura* da Amazonia já tenham um mercado consolidado, a sua modificação pode gerar produtos de maior valor agregado, além de contribuir para o desenvolvimento econômico e social da região e dos povos indígenas. Portanto, esse projeto tem por objetivo agregar valor aos óleos da Amazônia (particularmente o óleo da castanha-do-Pará e do babaçu) por meio de modificações enzimáticas catalisadas por lipases. O óleo da castanha-do-pará é composto majoritariamente por ácidos graxos insaturados, enquanto o óleo do babaçu é composto principalmente por ácidos graxos saturados (~80% em média). Dentre as diversas modificações possíveis, neste projeto serão avaliadas: (i) interesterificação de óleo de castanha-do-pará e babaçu visando à produção de substitutos da manteiga de cacau (produtos contendo triglicerídeos compostos por ácido palmítico (C16:0, ~40%), esteárico (C18:0, ~30%) e oleico (C18:1, ~25%); (ii) acidólise de óleos de castanha-do-pará e babaçu com ácidos graxos de cadeia média (C6:0 - caproico, C8:0 - caprílico e C10 - cáprico) visando produzir triglicerídeos estruturais compostos por ácidos de cadeia média nas posições *sn*-1 e *sn*-3. Esses triglicerídeos possuem algumas vantagens em relação àqueles contendo ácidos graxos de cadeia longa, tais como, maior velocidade de hidrólise do triglicerídeo pela lipase pancreática, menor valor calórico (prevenindo a obesidade), melhoria do sistema imunológico, diminuição do risco de câncer e dos níveis de colesterol. Os ácidos graxos de cadeia média não se depositam no tecido adiposo e são metabolizados diretamente no fígado, enquanto os ácidos graxos poli-insaturados (C18:2 - linoleico, por exemplo), possuem vários benefícios à saúde humana (redução de riscos de doenças cardiovasculares). Portanto, triglicerídeos estruturados com ácidos graxos de cadeia média nas posições *sn*-1 e *sn*-3 do glicerol e ácidos graxos de cadeia longa na posição *sn*-2, ou seja, TAGs do tipo MLM, apresentam características extremamente benéficas para o bom desenvolvimento e manutenção da saúde.

**Informações do docente:** ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-5011-9881>) e Lattes/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/0808991927126468> ). Para maiores informações, contacte o professor pelo e-mail [pwtardioli@ufscar.br](mailto:pwtardioli@ufscar.br).

**Palavras-chaves:** óleos da Amazônia; modificações enzimáticas; lipases; produtos de valor agregado

**ÁREA DE PESQUISA: Engenharia Bioquímica**

**DOCENTE ORIENTADOR: Thais Suzane Milessi Esteves**

**TÍTULO: Espectros de Raman aplicados no monitoramento de fermentações alcoólicas visando a implementação de inteligência artificial no setor sucroenergético**

**RESUMO**

A quarta revolução industrial, ou Indústria 4.0, torna os processos de produção mais eficientes, autônomos e customizáveis. Essa “fábrica inteligente” é marcada por computadores que se comunicam entre si para tomar decisões sem envolvimento humano. A aplicação das tecnologias da Indústria 4.0 varia de acordo com segmento de atuação. As indústrias do segmento sucroenergético se encontram, em sua maioria, na era da indústria 3.0. Dispõem de instrumentação, automação industrial e aplicação de sistemas de informação para gestão de qualidade e produção, porém ainda carecem de aplicações das tecnologias bases da indústria 4.0 (integração entre sistemas, computação em nuvem, Big Data e segurança de dados, por exemplo) para alcançarem o estado da arte em termos de produtividade e gestão. Visando atender estas necessidades do setor, uma forma de implementar o monitoramento online das dornas de fermentação é utilizar leituras de espectro RAMAN, UV-vis. A partir de fermentações alcólicas em condições industriais serão levantados dados que servirão a calibração e validação do equipamento no monitoramento do processo. A calibração e validação deve ocorrer a partir de programas já desenvolvidos previamente pelo grupo. Espera-se assim contribuir para o desenvolvimento de funcionalidades da indústria 4.0, como inteligência artificial, para o setor sucroenergético.

Maiores informações sobre o grupo de pesquisa:

<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=bvLab6xQqIU&feature=youtu.be>

**Palavras-chaves:** Raman, indústria 4.0, fermentação alcoólica

**ÁREA DE PESQUISA: Engenharia Bioquímica**

**DOCENTE ORIENTADOR: Thais Suzane Milessi Esteves**

**TÍTULO: Produção de 2,3-butanodiol utilizando levedura recombinante de alta performance a partir de subprodutos do processamento da cana-de-açúcar**

**RESUMO**

O desenvolvimento de biorrefinarias com processos integrados baseados na total utilização da biomassa vegetal é crucial na substituição da matriz energética global por fontes renováveis, tornando necessária a valorização de subprodutos lignocelulósicos como a palha e o bagaço de cana-de-açúcar. Neste sentido, o desenvolvimento da produção biotecnológica de 2,3-butanodiol a partir de bagaço e palha de cana se mostra como um processo de grande potencial a ser implementado em biorrefinarias, uma vez que este é um importante intermediário químico (*building block*) produzido atualmente por rota química, processo que demanda de insumos não-renováveis. Dentre os processos que necessitam de 2,3-butanodiol estão a síntese de 1,3-butadieno, principal componente da borracha sintética, e a metil-etil-cetona, um solvente amplamente empregado na indústria química, os quais constituem itens de importação no Brasil. Outro ponto relevante sobre o 2,3-butanodiol é que se trata de um composto biodegradável, o que é uma vantagem do ponto de vista ambiental. Porém, um dos desafios para se viabilizar a produção deste composto por rota biotecnológica em escala industrial é que os microrganismos naturalmente produtores de 2,3-butanodiol geralmente apresentam baixas conversões pois geram elevada quantidade de subprodutos e necessitam de processos micro aerados, o que dificulta e encarece a operação em larga escala. Neste contexto, a presente proposta de mestrado pretende estudar a produção de 2,3-butanodiol a partir de subprodutos da indústria sucro-alcooleira. Para isso será utilizada uma levedura *Saccharomyces cerevisiae* recombinante de alto desempenho que superproduz 2,3-butanodiol, desenvolvida pelo grupo do Prof. Johan Thevelein da empresa belga NovelYeast, colaboradora deste projeto. Pretende-se estudar as condições de processo em diferentes substratos (bagaço, palha e melaço de cana), analisados individualmente assim como o processo integrado de consumo simultâneo deles. No caso dos estudos com bagaço e palha, os açúcares fermentescíveis precisam ser liberados da estrutura destes materiais, o que será realizado por uma hidrólise enzimática, que poderá ser prévia à fermentação ou simultânea. Desta forma, o processo será avaliado por hidrólise e fermentação separadas (SHF) e por sacarificação e fermentação simultâneas (SSF), onde enzimas e leveduras irão agir simultaneamente no mesmo reator. As condições selecionadas serão validadas em biorreator de bancada do tipo tanque agitado (STR).

Maiores informações:

<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=bvLab6xQqIU&feature=youtu.be>

**Palavras-chaves:** 2,3-butanodiol; rota biotecnológica; levedura recombinante; SSF; subprodutos de cana