



ANAIS

I Simpósio de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia

Universidade Federal de São João del-Rei
13 a 15 de Setembro de 2017

Ouro Branco
Minas Gerais

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Sumário

I Simpósio de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia

Organização

Comissão Científica

Programação I SIMBIO

Resumos Expandidos

Biologia Molecular e Celular aplicadas a Bioprocessos

- Análise molecular da fonte de contaminação microbiana em cultura de células de mamíferos
- Efeitos sistêmicos da tolerância oral no reparo de feridas incisionais em pele de camundongos de meia-idade

Bioenergia e sustentabilidade

- Adsorventes de íons metálicos utilizando a biomassa da casca da banana
- Aplicação da cinza volante em reações tipo fenton heterogêneo na degradação do índigo de carmim
- Aproveitamento de resíduos da cerveja para a adsorção do corante índigo carmim em efluente aquoso
- Avaliação de crescimento de microalgas em meio com presença de ureia para fixação de nitrogênio
- Avaliação da remoção de DQO em células de energia microbiana comparado a sistemas convencionais
- Bioconversão de bagaço de cana de açúcar por *Lactobacillus* para obtenção de ácido lático
- Caracterização da enzima β -glicosidase do fungo *Fusarium sp.* isolado da casca de café
- Caracterização de catalisadores carbonatos fosfatos e sua utilização na degradação de corantes têxteis
- Comparação da eficiência dos catalisadores $\text{Na}_3\text{FeCO}_3\text{PO}_4$ e $\text{Na}_3\text{CoCO}_3\text{PO}_4$ na degradação do corante vermelho congo
- Eletrodos artesanais com aplicações didáticas
- Geração de energia em célula de energia microbiana utilizando lodo anaeróbico de ETE como inóculo
- Modelagem e otimização estatística do tratamento de efluentes por bioadsorção contendo íon cobre

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

- Otimização do pré-tratamento alcalino da casca de café visando a obtenção de açúcares fermentescíveis
- Planejamento experimental fatorial para otimização da degradação do corante índigo carmin
- Quantificação de moléculas bioativas obtidas a partir da lignina da casca de café
- Reaproveitamento do resíduo agrícola casca de amendoim na preparação de bioadsorvente
- Remoção de matéria orgânica em fotobiorreatores abertos iluminados por LEDs
- Teste cinético da reação entre hidróxido de cobalto e glifosato para aplicação em sensores
- Uso de bioadsorvente proveniente da casa de amendoim visando-se o tratamento de efluentes têxteis

Biotecnologia na Produção de Alimentos, Bebidas

- Avaliação do processo de filtração para a cerveja artesanal com adjunto de torta de macaúba
- Desenvolvimento de cerveja escura sem álcool por fermentação interrompida com levedura imobilizada
- Influências físico-químicas do *underpitching* aliado ao reaproveitamento de leveduras na produção de cervejas
- Produção de cerveja sem glúten via degradação enzimática utilizando grãos tradicionais
- Síntese de carboxmetilcelulose a partir de algodão para uso como espessantes e aglutinantes

Biotecnologia Assistida por Computador

- Abordagem computacional para investigação da interação da ADP-ribose com a proteína nsp3 de mayaro vírus
- Aplicação da transformada z em bioprocessos
- Modelagem e simulação do substrato e da biomassa em um reator de mistura completa com vistas ao tratamento anaeróbio de águas residuárias
- Modelagem e simulação utilizando diferentes modelos cinéticos de experimentos de fermentação alcoólica da *Saccharomyces cerevisiae*
- Produção de goma xantana a partir de biomassa de malte
- Sistema simplificado de tratamento de esgoto: associação de filtro anaeróbio e *Wetlands*

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Nanobiotecnologia

- Alteração conformacional da nanoestrutura de β -lactoglobulina
- Alteração estrutural da α -lactoalbumina ao se nanoestruturar
- Avaliação antimicrobiana da nanoquitosana às bactérias gram-negativas *Escherichia coli* e *Enterobacter*
- Avaliação de nanopartículas de ouro associada aos efeitos sistêmicos da tolerância oral no reparo de feridas em pele de camundongos
- Nanoencapsulação de moléculas bioativas em nanoquitosanas
- Obtenção de filmes de goma tara incorporados com nanoestruturas de carbonato de cálcio visando a preservação de fruto pós-colheita
- Produção e caracterização de nanoestruturas de β -lactoglobulina/quercetina

Microbiologia

- Análise dos efeitos citotóxico e antiviral de extrato e isolado de *Psychotria sp* frente aos vírus zika e mayaro
- Análise microscópica da biocorrosão de um aço C-Mn
- Atividade anti-Mayaro virus de um flavonoide isolado de *Maytenus sp*
- Avaliação da β -d-glicosidase produzida por fungo isolado da madeira usando casca de café como substrato
- Bioprospecção de flavonoides da família Celastraceae para a atividade antifúngica e antibacteriana
- Capacidade de descoloração de corantes têxteis pelo fungo da podridão branca *Ceriporiopsis subvermispora*
- Potencial de reposicionamento da fluvastatina para o tratamento da candidíase causada por *Candida albicans*
- Produção de enzima lacase por fungo ligninolítico
- Quantificação de SNPs em relação à predisposição à dengue por PCR em tempo real em Ouro Branco/MG

Apoiadores

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

I Simpósio de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia

O avanço do emprego das técnicas biotecnológicas nos mais diversos setores industriais é inquestionável. Áreas como Meio Ambiente, Energia, Fármacos, Alimentos e Bebidas têm sido cada vez mais influenciadas pelo desenvolvimento da biotecnologia. Neste contexto, o curso de Engenharia de Bioprocessos foi criado para suprir a demanda de profissionais qualificados e com o perfil multidisciplinar necessário para funções até então desempenhadas por engenheiros químicos, de alimentos, ambientais, entre outros.

Os cursos de Engenharia de Bioprocessos e Engenharia Bioquímica, embora consolidados em outros países, foram criados recentemente no Brasil. No caso da UFSJ, o curso de Engenharia de Bioprocessos foi instituído em 2008, sendo pioneiro no Estado de Minas Gerais. Apesar de sua importância, o mercado de atuação dos profissionais com esta graduação ainda é pouco conhecido pela maior parte da sociedade e dos estudantes.

Neste sentido, um grupo de professores e estudantes do Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos da UFSJ, cientes da demanda acima e da importância regional e nacional desta modalidade de graduação, instituiu a Semana Acadêmica de Engenharia de Bioprocessos, que teve sua primeira edição em setembro de 2011. A segunda edição ocorreu no ano seguinte, 2012, cujo tema principal foi a “Inovação Tecnológica Sustentável”. Tal evento possibilitou que alunos, professores, pesquisadores e representantes de Empresas da área de biotecnologia pudessem trocar informações, experiências e discutir as áreas de atuação do profissional de Engenharia de Bioprocessos no mercado de trabalho e seu papel crucial na atualidade.

Com o intuito de abranger um público local e regional, em especial da área de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, foi criada a extensão da SEBIO. O evento foi nomeado I SIMBIO – Simpósio de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia. Conseguiu-se ampliar as discussões sobre as áreas de atuação do Engenheiro de Bioprocessos e dos profissionais de biotecnologia, além de aproximá-los do mercado de trabalho, de novas tecnologias e assuntos relacionados à inovação do setor. O evento ocorreu na Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Alto Paraopeba,

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

localizado na Rodovia MG 443, km 7, Ouro Branco, MG, entre os dias 13 a 15 de Setembro de 2017.

O objetivo fundamental do SIMBIO foi discutir temas relacionados à Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, de forma a promover a integração dos estudantes com profissionais e empresas da área. Para alcançar seus objetivos, o SIMBIO abordou temas centrais à profissão de Engenheiro de Bioprocessos e profissionais da área Biotecnológica, abrangendo tanto os aspectos científicos quanto tecnológicos. Este evento também teve papel de divulgação das pesquisas na área de Bioprocessos e Biotecnologia que vêm sendo realizadas pelos docentes e discentes da Universidade Federal de São João del-Rei e Instituições de Ensino de todo o território nacional. Assim, conseguiu-se estimular a visão crítica dos alunos sobre a profissão de Engenharia de Bioprocessos e também divulgar a profissão entre a academia e as empresas do setor; promover conferências por especialistas em diferentes áreas da biotecnologia e seus mercados, para que compartilhassem suas experiências acadêmicas e profissionais com os futuros Engenheiros de Bioprocessos; apresentar aos participantes do I SIMBIO, os projetos de pesquisa de iniciação científica, projetos de extensão, projetos de programas de educação tutorial (PET) em desenvolvimento no Campus do Alto Paraopeba (CAP – UFSJ) e outras Instituições de Ensino, através de apresentações orais e em pôsteres.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Organização

Comissão Geral

Prof. Dr. Igor José Boggione Santos – Docente do Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos – DQBIO – UFSJ

Prof. Dr^a. Daniela Leite Fabrino - Docente do Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos – DQBIO – UFSJ

Karina Azevedo Pacheco

Comissão de Comunicação

Prof. Dr^a. Daniela Leite Fabrino - Docente do Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos – DQBIO – UFSJ

Camila da Silva Volponi

Helena de Souza e Bermudez

Sérgio Júnior Goulart Alves

Comissão de Conteúdo e Programação

Prof. Dr. Edson Romano Nucci - Docente do Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos – DQBIO – UFSJ

Bruna D’Onofre Couto

Camila da Silva Volponi

Patrícia Avelar Ribeiro

Comissão Financeira

Prof. Me. Katialaine Araújo - Docente do Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos – DQBIO – UFSJ

Flávia Goulart

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Comissão de Infraestrutura

Prof. Dr^a. Ana Paula Fonseca Urzedo - Docente do Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos – DQBIO – UFSJ

Andersen Escobar Schlögl

Gabriel Moura de Paula

Comissão de Logística

Prof. Dr^a. Marília Magalhães - Docente do Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos – DQBIO – UFSJ

Flávia Goulart

Patrícia Avelar Ribeiro

Comissão de Parcerias

Prof. Me. Alessandra Costa Vilaça - Docente do Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos – DQBIO – UFSJ

Beatriz Menezes da Silva

Ruhana Thamara da Costa

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Comissão Científica

Biologia celular e molecular aplicadas a bioprocessos

- Daniela Leite Fabrino
Doutora pela FIOCRUZ
Área de trabalho: Biologia Celular e Molecular
Enquadramento profissional: Professora do curso de Engenharia de Bioprocessos da Universidade Federal de São João del-Rei
- Isabel Cristina Braga Rodrigues
Mestre pela Universidade Federal de Ouro Preto
Área de trabalho: Biotecnologia Ambiental e Biologia Molecular
Enquadramento profissional: Professora do curso de Engenharia de Bioprocessos da Universidade Federal de São João del-Rei e doutoranda pela Universidade Federal de Ouro Preto
- Natália Rocha Barbosa
Doutora pela Universidade Federal de Ouro Preto
Área de trabalho: Bioquímica e Biologia Molecular
Enquadramento profissional: Pós-doutoranda na Universidade Federal de Ouro Preto

Bioenergia e Sustentabilidade

- Boutros Sarrouh
Doutor pela Escola de Engenharia de Lorena - USP
Área de trabalho: Biotecnologia e Bioenergia
Enquadramento profissional: Professor do curso de Engenharia de Bioprocessos da Universidade Federal de São João del-Rei

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

- **Katialaine Araújo**
Mestre pela Universidade Federal de São João del-Rei
Área de trabalho: Biotecnologia e Bioenergia
Enquadramento profissional: Professora do curso de Engenharia de Bioprocessos da Universidade Federal de São João del-Rei
- **Thamires Andrade de Fátima Durso**
Graduada em Engenharia de Bioprocessos pela Universidade Federal de São João del-Rei
Área de trabalho: Biotecnologia
Enquadramento profissional: Mestranda na Universidade Federal de São João del-Rei

Biotecnologia na produção de Alimentos, Bebidas

- **José Antônio de Queiroz Lafetá Junior**
Mestre pela Universidade Federal de Viçosa
Área de Trabalho: Operações unitárias na indústria de alimentos e Processos de separação de biomoléculas
Enquadramento profissional: Doutorando na Universidade Federal de Viçosa
- **Marília Magalhães Gonçalves**
Mestre pela Universidade Federal de Viçosa
Área de trabalho: Projeto de Instalações Industriais para Bioprocessos, produtos lácteos fermentados, controle da qualidade microbiológica de alimentos e aproveitamento de resíduos da indústria de alimentos visando sua utilização em processos fermentativos
Enquadramento profissional: Professora do curso de Engenharia de Bioprocessos da Universidade Federal de São João del-Rei
- **Alessandra Costa Vilaça**

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Mestre pela Universidade Federal de Uberlândia

Área de trabalho: Fenômenos de Transporte de Calor e Fenômenos de Transporte de Massa

Enquadramento profissional: Professora do curso de Engenharia de Bioprocessos da Universidade Federal de São João del-Rei e doutoranda na Universidade Federal de Minas Gerais

Biotecnologia assistida por computador

- Edson Romano Nucci

Doutor pela Universidade Federal de São Carlos

Área de trabalho: Modelagem e Dinâmica de Bioprocessos, Controle de Bioprocessos, Planejamento de Experimentos

Enquadramento profissional: Professor do curso de Engenharia de Bioprocessos da Universidade Federal de São João del-Rei

- Juan Canellas Bosch Neto

Doutor pela Universidade Federal de Minas Gerais

Área de trabalho: modelagem de sistemas dinâmicos, modelagem de motores de combustão interna e emissões, montagem de equipamentos, animação computacional de processos e equipamentos, simulação computacional, operações unitárias

Enquadramento profissional: Professor do curso de Engenharia Química da Universidade Federal de São João del-Rei

- Volney Viana Nogueira

Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Uberlândia

Área de trabalho: Análise, cálculo e otimização de sistema de vácuo de uma planta de desgaseificação composta por ejetores a vapor para refino de aços

Enquadramento profissional: Mestrando na Universidade Federal de São João del-Rei e colaborador da Gerdau/Ouro Branco

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Nanobiotecnologia

- Igor José Boggione Santos
Doutor pela Universidade Federal de Viçosa
Área de trabalho: Nanobiotecnologia
Enquadramento profissional: Professor do curso de Engenharia de Bioprocessos da Universidade Federal de São João del-Rei
- Jane Sélia dos Reis Coimbra
Doutora pela Universidade Estadual de Campinas
Área de trabalho: Nanotecnologia e Engenharia de Alimentos
Enquadramento profissional: Professor do departamento de Ciência de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa
- Cinthia Rocha da Silva
Graduada em Nutrição pela Universidade Federal de Ouro Preto
Área de trabalho: Nanotecnologia em alimentos
Enquadramento profissional: Mestranda na Universidade Federal de São João del-Rei

Microbiologia

- José Carlos de Magalhães
Doutor pela Universidade Federal de Minas Gerais
Área de trabalho: Microbiologia
Enquadramento profissional: Professor do curso de Engenharia de Bioprocessos da Universidade Federal de São João del-Rei
- Ariane Coelho Ferraz
Graduada em Engenharia de Bioprocessos pela Universidade Federal de São João del-Rei

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Área de trabalho: Biotecnologia

Enquadramento profissional: Mestranda na Universidade Federal de São João del-Rei

- Thais de Fátima Silva Moraes

Graduada em Engenharia de Bioprocessos pela Universidade Federal de São João del-Rei

Área de trabalho: Biotecnologia

Enquadramento profissional: Mestranda na Universidade Federal de São João del-Rei

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
 Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Programação I SIMBIO

Data	Horário	Programação
13/09	08:00 às 19:00	Check-in
	09:00 às 12:00	Minicurso 1,2,3 e 4
	12:00 às 13:00	Almoço
	13:30 às 16:00	Minicurso 1,2,3 e 4
	16:30 às 17:00	Coffee Break
	17:00 às 18:30	Minicurso 1,2,3 e 4
	20:00 às 20:45	Abertura
	20:45 às 21:45	Palestra de abertura Juliano Bicas (UNICAMP): Uso de micro-organismos na indústria e na pesquisa
	21:45 às 00:00	Coquetel
14/09	13:30 às 14:30	Palestra Laura Fernandes (UFV):
	14:30 às 15:30	Palestra Jane Coimbra (UFV): Aproveitamento do soro de leite: atualidade x perspectivas
	15:30 às 16:30	Apresentação Oral de Trabalhos
	16:30 às 17:00	Coffee Break
	17:00 às 18:00	Apresentação de Pôsteres
	18:00 às 19:00	Palestra Rogélio Lopes Brandão (UFOP): Aplicações das leveduras em cachaça em diferentes setores industriais
	19:00 às 20:00	Palestra Marcel Otávio (UNESP): Biorreatores e seus parâmetros operacionais.
15/09	13:30 às 14:30	Palestra Rimenys Junior Carvalho (UFRJ): A Bioengenharia na Produção de Biofármacos e seus Desafios
	14:30 às 16:00	Mesa redonda: Biotecnologia e mercado de trabalho, possibilidades e desafios com Luiza Pinheiro (UFMG) e Bárbara dos Santos (FIOCRUZ)
	16:00 às 16:30	Coffee Break
	16:30 às 17:30	Apresentação de Pôsteres
	17:30 às 18:30	Palestra Alex Taranto (UFSJ): Biostart up: da ideia ao processo de aceleração
	18:30	Premiação e Encerramento

**I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E
BIOTECNOLOGIA**

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

***Biologia Molecular e Celular aplicadas a
Bioprocessos***



I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

ANÁLISE MOLECULAR DA FONTE DE CONTAMINAÇÃO MICROBIANA EM CULTURA DE CÉLULAS DE MAMÍFEROS

Cacheado¹, M. A.; Nunes¹, I. L.; Fabrino², D. L. e Rodrigues², I. C.

¹ Universidade Federal de São João del-Rei, Engenharia de Bioprocessos

² Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos (DQBIO)

E-mail: maucacheado@homail.com

1. Introdução

A cultura de células de mamíferos iniciou-se em 1907 por Ross Harrison e é um recurso indispensável na pesquisa acadêmica e em processos biotecnológicos, sendo seu uso amplo, por exemplo, no desenvolvimento de métodos diagnósticos, manutenção de amostras biológicas, produção de vacinas, proteínas recombinantes entre outros biofármacos (MERTEN, 2002). Para estas finalidades, as culturas devem estar livres de contaminações, pois geram disfunções celulares, perda de credibilidade científica e até mesmo problemas à saúde dos funcionários que as manipulam e de consumidores dos produtos biotecnológicos oriundos delas (MERTEN, 2002). Contaminações biológicas são um grande desafio na cultura de células de eucariotos superiores, sendo que bactérias, fungos e vírus são os principais contaminantes. A fim de evitar ou reduzir as incidências de contaminações é importante o conhecimento, da natureza e identidade dos contaminantes, bem como das fontes de contaminação (RYAN, 1994).

Perante o exposto, este trabalho objetivou identificar o(s) tipo(s) de micro-organismo(s) contaminante(s) e a fonte de contaminação de culturas de células de mamíferos do Laboratório de Cultura de Células, Biologia Molecular e Separação e Purificação de Biomoléculas (LACBIOS) da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Campus

Alto Paraopeba (CAP) através de técnicas de Biologia Molecular.

2. Materiais e métodos

Coletou-se culturas de células VERO e BHK de garrafas da disciplina de Cultura de Células, cultivadas em meio DMEM, cuja contaminação era visível em microscópio ótico e inoculou-se uma alíquota dessas culturas em meio YMA e LB, estas amostras foram obtidas do segundo semestre de 2015 (C15/2); e primeiro semestre de 2016(C16/1). Coletou-se também amostras com SWAB dos dois fluxos laminares (FL1 e FL2) e da incubadora CO₂ do LACBIOS, da UFSJ-CAP, além de amostras do soro fetal bovino (LB Laboclin) já alíquotado para a disciplina e amostra de soro do mesmo lote não alíquotada.

Para obtenção do DNA genômico, realizou-se três protocolos de extração: com kit Wizard® (Promega), protocolo adaptado de De Hoog et al. (2005) e método CTAB/NaCl descrito por Sambrook e Russel (2001). Com o DNA genômico extraído, realizou-se a PCR com primers universais para bactérias (27F e 1492R) e primers universais para leveduras (ITS3 e ITS4). O resultado de todas as reações foi analisado por eletroforese em gel de agarose 1,2% (m/v).

A biblioteca de genes das amostras, foi produzida utilizando células DH5α competentes e o plasmídeo pGEM®-T Easy

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

(Promega) como vetor de clonagem. Realizou-se o protocolo de extração de DNA plasmidial das amostras da biblioteca, pelo método da lise alcalina (SAMBROOK e RUSSEL, 2001) e utilizando *kit* Wizard® Plus SV Minipreps DNA Purification System (Promega).

3. Resultados e Discussão

Das amostras cultivadas, com extração de DNA bem sucedida e realizadas as PCRs com primer universal para leveduras, procedeu-se a purificação dos produtos de PCR para posterior construção da biblioteca de DNA, seguiu-se a partir desta etapa com quatro amostras: (i) C15/2YMA obtida com o protocolo de extração de DNA pelo método do CTAB de Hoog modificado; (ii) Soro, amostra do soro fetal bovino aliqüotado, cultivada em meio LB e obtida pelo protocolo de extração de DNA pelo mesmo protocolo; (iii) C15/2YMA obtida com o protocolo de extração de DNA CTAB/NaCl e (iv) C15/2LB, obtida pelo mesmo protocolo de extração, como mostrado na Figura 1. As demais amostras inoculadas não cresceram. O protocolo de extração com *kit* Wizard® não extraiu DNA de nenhuma amostra. A PCR com *primer* universal de bactérias não apresentou amplificação, sendo realizados controles para esta reação.



Figura 1 – Produtos de PCR obtidos para os primers de leveduras (ITS3 e ITS4). 1: padrão de peso molecular 1kb (Real Biotech); 2 e 3: C15/2YMA, protocolo de extração CTAB de Hoog modificado; 4: Soro aliqüotado, protocolo de extração CTAB de Hoog modificado; 5 e 8: Soro; 6 e 9: C15/2YMA; 7: C15/2LB (5-9: protocolo CTAB/NaCl); 10: controle negativo. 5µL da preparação

foram analisados em gel de agarose a 1,2%, corado com brometo de etídeo.

A extração de DNA plasmidial a partir da biblioteca de genes apresentou resultados satisfatórios, como demonstrado pelas bandas íntegras na Figura 2.

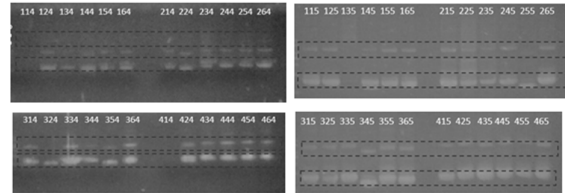


Figura 2 – Análise da mini-preparação de DNA plasmidial. 5µL da preparação foram analisados em gel de agarose a 0,8%, corado com brometo de etídeo.

4. Considerações Finais

As técnicas de biologia molecular realizadas possibilitaram a identificação das contaminações avaliadas como leveduras, mas a espécie só poderá ser determinada com o sequenciamento das mesmas. As amostras de DNA genômico, majoritariamente, foram extraídas com protocolo de extração de DNA recomendado para fungos e somente obteve-se amplificação na PCR utilizando *primers* universais para este mesmo grupo.

A principal fonte de contaminação encontrada foi a aliqüotagem do material.

5. Referências Bibliográficas

MERTEN, O. W. Virus contaminations of cell cultures: a biotechnological view. *Cytotechnology*, v. 39, n. 2, p. 91-116, 2002.

RYAN, J.A. Understanding and managing cell culture contamination. 1994. Corning Technical bulletin life science. Disponível em: <<http://catalog2.corning.com/Lifesciences/media/pdf/cccontamination.pdf>>. Acesso em: 30 de Novembro de 2015.

DE HOOG, G. S., GOTTLICH, E., PLATAS, G., GENILLOU, O., LEOTTA, G., VAN BRUMMELEN, J. Evolution, taxonomy and ecology of the genus *Thelebolus* in Antarctica. *Studies in Mycology*, v. 51, p. 33–76, 2005.

SAMBROOK, J. e RUSSEL, D. W. *Molecular Cloning - A Laboratory Manual*, 3 ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory, 2001.

EFEITOS SISTÊMICOS DA TOLERÂNCIA ORAL NO REPARO DE FERIDAS INCISIONAIS EM PELE DE CAMUNDONGOS DE MEIA-IDADE

Resende¹, J. A. P., Ratti¹, P. H. R., Monteiro¹, J.F.da S., Carvalho², C. R., Pinto³, F.C.H., Costa³, R. A.

¹ Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), graduanda(o) em Ciências Biológicas.

² Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Professora do Departamento de Morfologia – Instituto de Ciências Biológicas.

³ Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); Professora do Departamento de Ciências Naturais - Campus Dom Bosco.

E-mail: raquel.costa@ufsj.edu.br

1. Introdução

Mamíferos adultos possuem baixa capacidade regenerativa e essa característica piora com o avançar da idade (Gawronska-Kozak e colaboradores, 2014). A regeneração também é prejudicada pela presença de processo inflamatório levando à cicatrização. O envelhecimento causa diversas mudanças fisiológicas no organismo, como a mudança da atividade imunológica e perda funcional de células (Mahbub e colaboradores, 2011; Swift e colaboradores, 2001; Bentov e Reed, 2014). Dessa forma, a tolerância oral, que consiste na ingestão voluntária por via oral de uma proteína seguida de imunizações parenterais com a mesma proteína, gera uma supressão de resposta imune podendo auxiliar no processo de cicatrização (Vaz e colaboradores, 1997; Pabst e Mowat, 2012). A medicina regenerativa explora diferentes métodos biotecnológicos e um deles é a imunização com uma proteína tolerada que melhora a cicatriz de feridas incisionais e excisionais em camundongos jovens (Costa e colaboradores, 2011; 2016).

Material e métodos

A indução de tolerância oral foi por ingestão voluntária com clara de ovo 1:5, durante 5 dias consecutivos em camundongos

(8 semanas). Os grupos controles receberam água *ad libitum*. Um grupo foi tolerizado com 39 semanas de idade e 7 dias após, os animais foram imunizados *i.p.*, com 10µgOVA+1,6mgAl(OH)₃. O grupo lesão recebeu salina *i.p.* Com 40 semanas os animais foram anestesiados com Ketamina+Xilazina. Após tricotomia e assepsia sofreram uma ferida incisional de 1cm no dorso fechada com micropore. Um fragmento de pele contendo a ferida foi cortado ao centro da ferida e fixado em formalina de Carlson em tampão Milloning (pH-7.0) por 24h para avaliação histológica de rotina. Cortes histológicos de 5µm foram corados com Hematoxilina-Eosina, Tricromático-de-Gomori, Azul de Toluidina e Alcian Blue-Safranina. Para análises morfométricas foram contadas cinco áreas de 100 µm² cada, obtidas com microscópio de campo claro (Olympus BX51) acoplado ao sistema de aquisição de imagens MOTICAM 2000 (2.0 Mpixel). Para análise da área da derme papilar, derme reticular e espessura das fibras de colágeno o tecido foi corado com Tricromático-de-Gomori e foram realizadas quatro fotomicrografias de cada animal. (Marco-Garcés e colaboradores, 2014). Para avaliar a densidade de mastócitos foram consideradas cinco fotomicrografias no

aumento de 200x (Wulff e colaboradores, 2012). Os resultados foram analisados através de análise de variância, ANOVA, e aplicado o Student New-Keuls, realizados através do programa Graphpad Prism 7. Foram consideradas diferenças estatísticas significativas para $p \leq 0,05$.

2. Resultados e Discussão

Não houve diferença estatística da área ocupada pela derme papilar entre os grupos 5 dias após a lesão. Aos 40 dias após a lesão o grupo Imune apresentou maior área ocupada pela derme papilar quando comparado aos demais grupos. Entretanto, não houve diferença estatística na área da derme reticular e entre feixes de fibras de colágeno na derme reticular aos 5 e 40 dias após a lesão. Entretanto, a disposição das fibras de colágeno do grupo tolerante é similar à pele intacta. Em relação à análise dos mastócitos, aos 3 e 5 dias o grupo Tolerante 40 semanas apresentou maior densidade, entretanto não houve diferença no tamanho. Em relação à maturação aos 5 dias o grupo Imune apresentou maior quantidade de mastócitos maduros e intermediários, os resultados não foram significantes para imaturos aos 3 e 5 dias e para maduro e intermediário aos 3 dias.

3. Conclusão

Dessa forma, nota-se que a indução de tolerância oral em camundongos de meia idade induz disposição das fibras de colágeno similar à pele intacta, porém o mesmo não ocorre com os demais grupos. Além disso, percebe-se que a ingestão voluntária de Ovalbumina, apresentada por tolerância oral altera a densidade e o perfil de maturação de mastócitos presentes no tecido conjuntivo aos 5 dias após a lesão.

4. Referências bibliográficas

Bentov, I., Reed, M. J. (2014). **Anesthesia, Microcirculation, and Wound Repair in**

Aging. *Anesthesiology*, 120, 760-772.

Costa RA, Matos LB, Cantaruti TA, de Souza KS, Vaz NM, Carvalho CR (2016). **Systemic effects of oral tolerance reduce the cutaneous scarring.** *Immunobiology*. 221(3):475-85.

Costa, R. A.; Ruiz-de-Souza, R.; Azevedo Jr., G. M.; Gava, E.; Kitten, G. T.; Vaz, N. M.; Carvalho, C. R. (2011). **Indirect effects of oral tolerance improve wound healing in skin.** *Wound Rep Reg* 19 487–497.

Gawronska-Kozak, B.; Grabowska, A.; Kopcewicz, M.; Kur, A. (2014). Animal models of skin regeneration. *Reproductive Biology* 14, 61–67.

Mahbub, S.; Brubaker, A. L.; Kovacs, E.J. (2011). **Aging of the Innate Immune System: An Update.** *Curr Immunol Rev*. 7(1): 104–115.

Marco-Garcés, V.; Aguilar, P. M.; Serrano, C. B.; Bustos, V. G.; Seguí, J. B., Izquierdo, A. F.; Ruiz-Saurí, A. (2014). **Age-related dermal collagen changes during development, maturation and ageing – a morphometric and comparative study,** *Journal of Anatomy*, 225, pp98-108.

Pabst, O.; Mowat, A. M. (2012). **Oral tolerance to food protein.** *Mucosal Immunology* 5 (3), 232-239.

Swift, M.E., Burns, A.L., Gray, K.L., and DiPietro, L.A. (2001). **Age-related alterations in the inflammatory response to dermal injury.** *The Journal of investigative dermatology* 117, 1027-1035.

Vaz, N., Faria, A.M., Verdolin, B.A., and Carvalho, C.R. (1997). **Immaturity, ageing and oral tolerance.** *Scand J Immunol* 46, 225-229.

Wulff, B. C e cols. **Mast Cells Contribute to Scar Formation during Fetal Wound Healing.** *Journal of Investigative Dermatology* (2012) 132, 458–465.

**I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E
BIOTECNOLOGIA**

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Bioenergia e Sustentabilidade



I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

ADSORVENTES DE ÍONS METÁLICOS UTILIZANDO A BIOMASSA DA CASCA DA BANANA

Domingues, S. C. e Freitas, D. P.

¹ Universidade Presidente Antônio Carlos/Engenharia Química

E-mail:
stephanie_calazans@hotmail.com

1. Introdução

O aumento dos resíduos industriais e a resultante contaminação da água, especialmente com os íons metálicos, que em altas concentrações podem prejudicar a saúde humana e o meio ambiente, exigem processos de tratamento que sejam eficientes e econômicos. A adsorção com carvão ativado tem sido o método mais utilizado, mas seu alto custo e dificuldade de regeneração geraram interesse em encontrar adsorventes alternativos, também chamados de biossorventes, que são de baixo custo e de fácil acesso, como a casca de banana. A partir da produção da farinha de casca de banana, pretende-se testar a capacidade de adsorção e a eficiência na remoção de íons metálicos utilizando este biossorvente in natura.

2. Material e métodos

Coletaram-se cascas de banana maduras. As cascas de bananas deram origem a tipos de farinha, Tipo A e Tipo B, pois, passaram por processos de secagem distintos. A farinha Tipo A, primeiramente, foi seca ao sol por 48 horas e, posteriormente, na estufa a uma temperatura de 160 °C por aproximadamente duas horas. Já a farinha Tipo B passou por secagem somente na estufa a 160 °C por aproximadamente 16 horas. Os materiais secos, tanto Tipo A,

quanto Tipo B, foram triturados em liquidificador e dispersos em solução de HCl 0,05 M a temperatura ambiente por aproximadamente 10 minutos. Após este tempo, as farinhas foram lavadas com água deionizada, secas por mais 12 horas em estufa a 160 °C, e devidamente identificadas. Produziram-se 604,63 g de farinha Tipo A e 533,53 g de farinha Tipo B. Preparou-se 2,5 litros de solução de nitrato de cádmio 1.10^{-3} M e 2,5 litros de nitrato de chumbo II 1.10^{-3} M. Os testes foram realizados em triplicata utilizando a solução de nitrato de cádmio e a solução de nitrato de chumbo II. Em seguida, as amostras foram transferidas primeiramente para uma proveta de 50 mL com o auxílio de um funil, e aferidas com água deionizada até o menisco. Posteriormente, foram transferidas para béqueres de 100 mL devidamente homogeneizados, finalizando o processo. As amostras, foram encaminhadas ao laboratório do departamento de solos da Universidade Federal de Viçosa para análise. Os resultados foram obtidos através da análise no ICP OES em concentração (mol/L), em que a redução

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
 Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

desta comprovou a adsorção dos metais pela farinha.

3. Resultados e Discussão

De acordo com a Figura 1, foi possível verificar que ao relacionarmos a concentração inicial das soluções com o branco, tanto para solução com íons de cádmio quanto para a solução com íons de chumbo, ocorreu uma redução da concentração com uma variação muito pequena, não interferindo de forma significativa no procedimento de adsorção do metal pela farinha.

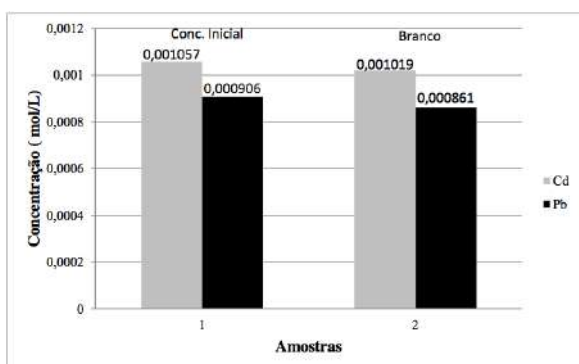


Figura 1 -Relação entre a concentração inicial e o branco

De acordo com a Figura 2, a farinha in natura tipo A foi mais eficiente na remoção de íons de cádmio, apresentando 92,8% de adsorção enquanto a farinha in natura tipo B foi mais eficiente na remoção de íons de chumbo, com 97% de adsorção.

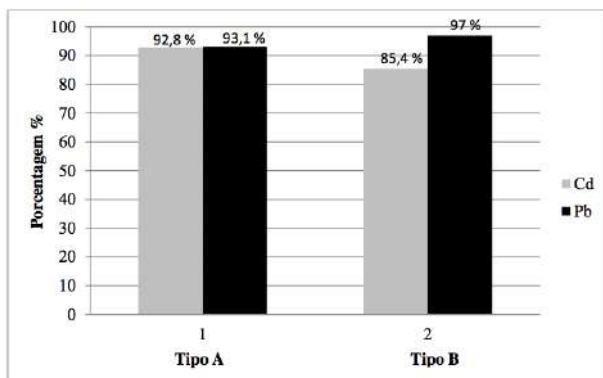


Figura 2 -Adsorção dos metais pela farinha *in natura*

4. Conclusões

Pela análise dos dados apresentados, percebeu-se que o método de preparação da farinha foi adequado, tendo em vista que a farinha da casca da banana in natura apresentou excelentes resultados de adsorção de forma geral. Considerou-se que a casca da banana, o bioissorvente utilizado, é de fácil acesso, possui baixo custo e apresentou excelentes resultados devido as suas propriedades e sítios ativos. Têm-se dessa forma, um método de bioissorção de grande potencial a ser utilizado e explorado.

5. Referências bibliográficas

- Andreoli, V. C.; Sperling, V. M.; Fernandes, F.; Lodo de esgotos: Tratamento e disposição final, 1th ed., Belo Horizonte, 2001.
- Boniolo, R. M.; Dissertação de Mestrado em Ciências na área de Tecnologia Nuclear, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- Chaves, F. T. et al.; Química nova, 2009, 32, 1378-1383.
- Cervelin, C. P.; Dissertação de Mestrado em Engenharia Química na área de concentração em Desenvolvimento de Processos, Universidade do Oeste do Paraná, Toledo, 2010.
- Cossich, S. E.; Dissertação de Doutorado em Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- Cruz, F. R. A. M.; Dissertação de Pós-graduação em Química dos Recursos Naturais, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.
- Dotto, L. G. et al.; Química Nova, 2011, 34, 1193-1199.
- Fernandes, P.; Oliveira, N. P. A.; Hotza, D.; Cerâmica Industrial, 2003, 8, 26-34.
- Guerra, F.; Raggazzi, M.; Química, 2013, 2, 112.
- Homem, M. E.; Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

APLICAÇÃO DA CINZA VOLANTE EM REAÇÕES TIPO FENTON HETEROGÊNEO NA DEGRADAÇÃO DO ÍNDIGO DE CARMIM

Moreira¹, F. M. S.; Neto², A. L. S.; Coelho¹, C. M.; Urzedo³, A. P. M.; Bernardes-Silva³, A. C.

¹ Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Alto Paraopeba – CAP, Engenharia Química.

² Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Alto Paraopeba – CAP, Engenharia de Bioprocessos.

³ Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Alto Paraopeba – CAP, DQBIO.

E-mail: feliciamoreira39@gmail.com

1. Introdução

A presença de diferentes contaminantes nas águas decorrentes das atividades humanas faz com que pesquisas de remediação sejam cada vez mais importantes, pois muitos destes contaminantes podem ser tóxicos, mutagênicos ou cancerígenos.

O índigo carmim é um corante sintético de cor azul muito utilizado, que tem como característica uma estrutura química estável que lhe confere uma persistência a diferentes meios (1). Tem uma difícil remoção de efluentes industriais por ser de difícil degradação. Este corante é nocivo ao trato respiratório e irritante para a pele e olhos (3).

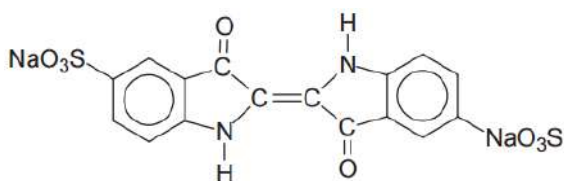


Figura 1. Estrutura molecular do índigo de carmim.

Os processos oxidativos avançados (POA's) são processos em que são produzidos radicais hidroxilas livres ($\bullet\text{OH}$) altamente oxidantes, capazes de degradar, de forma não seletiva, inúmeros compostos levando à completa mineralização da matéria orgânica.

O processo Fenton pode ocorrer tanto com os íons Fe(II) em solução, chamado Fenton

homogêneo, quanto com os íons Fe(II) imobilizados em um sólido inerte, denominado Fenton heterogêneo.

A utilização de catalisadores sólidos contendo íons Fe (II) apresenta a vantagem de uma possível recuperação e reutilização, diminuindo tanto a contaminação causada pelo lodo rico em ferro quanto os custos operacionais do processo.

2. Material e Métodos

Foi preparada uma solução do corante índigo de carmim como o efluente simulado. A solução de corante foi mantida em contato com a cinza volante sob agitação por 1 hora. Após o tempo de agitação, adicionou-se peróxido de hidrogênio.

A concentração residual foi analisada por espectrofotometria na região do ultra-violeta, de comprimento de onda $\lambda = 610 \text{ nm}$.

O processo de avaliação das principais variáveis envolvidas na degradação do corante foi feito pelo método de planejamento fatorial. Os parâmetros analisados foram: massa de ferro, concentração de H_2O_2 e tempo de reação.

3. Resultados e Discussão

O planejamento fatorial realizado contou com 17 experimentos (Tabela 1). A concentração de corante e o pH foram fixados em 50 mg.L^{-1} e 7,0, respectivamente. O

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

software *Statistica* 7.0 foi utilizado para analisar o resultado das reações.

Tabela 1- Resultado do planejamento fatorial da amostra de cinza volante.

	Massa de Ferro (mg)	Concentração de Peróxido (mgL ⁻¹)	Tempo (min)	Degradação do Corante (%)
1	10	0,15	17	7,71
2	10	0,15	67	17,35
3	10	0,55	17	41,89
4	10	0,55	67	21,28
5	40	0,15	17	5,59
6	40	0,15	67	25,70
7	40	0,55	17	8,82
8	40	0,55	67	31,98
9	0	0,35	42	4,74
10	50	0,35	42	16,50
11	25	0	42	0,05
12	25	0,70	42	35,97
13	25	0,35	0	3,17
14	25	0,35	86	42,80
15	25	0,35	42	20,74
16	25	0,35	42	25,13
17	25	0,35	42	22,34

Quando se comparam as reações realizadas, percebe-se que em metade dos experimentos foi observada a degradação de pelo menos 20% de do corante presente em solução. Logo, o modelo de processo Fenton proposto, com a utilização de cinza volante como catalisador da reação, foi efetivo na degradação do corante índigo de carmim.

Nas melhores condições estudadas, foram utilizados 25 mg de cinza volante, 1 mL de H₂O₂ de concentração 0,35 mol L⁻¹ e tempo reacional de 84 para 20 mL de solução de índigo carmim 50 mg L⁻¹, retirando 42,80 % do corante em solução.

4. Conclusões

Através do planejamento fatorial, foi possível avaliar as variáveis que influenciaram na degradação do corante índigo carmim. Verificou-se que quanto maior a concentração de H₂O₂ utilizada, associada a maiores tempos de reação, obteve-se melhores taxas de degradação. A massa de ferro presente não representa um fator significativo nos experimentos realizados.

A degradação do corante foi efetiva, de forma que cerca de 42,8 % do corante foi retirado da solução, constatada através da análise no UV/VIS da solução residual.

As amostras de cinza volante utilizadas nos experimentos não sofreram nenhum tratamento prévio para aumentar a disponibilidade de Fe(II) no sistema. Provavelmente, com tratamento, poderia ser obtido uma maior degradação do corante.

5. Referências Bibliográficas

1. T.T. Guaraldo; S.H. Pulcinelli; M.V.B. Zanoni, *J. Photochem.* **2011**, *217*, 259–266.
2. Vetec Química Fina. *Ficha de informação de segurança de produtos químicos- índigo carmim*, n. 0000873. 2008.
3. Zhang; N. Wang; J. Zhou; P. Jiang; G.Liu, *J. Haz. Mat.* **2012**, *201- 202*, 68-73.
4. C.P.A.B. Teixeira; W.F. Jardim, *Processos oxidativos avançados. Conceitos teóricos*. Instituto de Química – IQ – UNICAMP, Campinas, 2004.
5. F. V. F. Araujo, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.
6. H. Li; Y. Li; L. Xiang; Q. Huang; J. Qiu; H. Zhang; M.V. Sivaiah; F. Baron; J. Barrault; S. Petit; S. Valange, *J. Haz. Mat.* **2015**, *287*, 32-41.
7. Y. Wang; Y. Gao; L. Chiena; H. Changa, *Catalysis Today.* **2015**, *252*, 107-112.
8. Y. Liu; W. Jin; Y. Zhao; G. Zhang; W. Jhang, *App. Catal.B: Env.* **2017**, *206*, 642-652.
9. A.L. Santos, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São João del-Rei, 2013.
10. M. Vautier; C. Guillard; J.M. Hermann, *J. Catal.* **2001**, *201*, 46-59.
11. Companhia Portuguesa de Produção de Eletricidade, SA. *Cinzas Volantes - Aplicação em Cimentos e Betões*. Sociedade Portuguesa de Química, 1995.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CERVEJA PARA A ADSORÇÃO DO CORANTE ÍNDIGO CARMIM EM EFLUENTE AQUOSO

Urzedo¹, A.P.F.M. de; Vieira², T. M.

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei, DQBIO

² Universidade Federal de São João Del-Rei, Engenharia Química

E-mail: anaurzedo@ufsj.edu.br
taynaramvieira@hotmail.com

1. Introdução

O corante Índigo Carmim possui uma estrutura molecular complexa, o que o torna mais estável quimicamente e mais resistente ao processo de biodegradação e remoção para o tratamento de efluente.

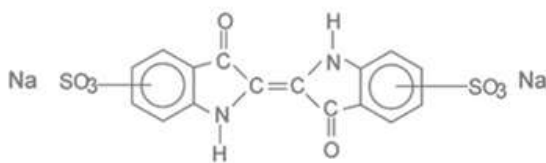


Figura 01: Fórmula do corante Índigo Carmim

Estima-se que esse corante é descartado pela indústria têxtil e cerca de 20% da carga total de corantes é composto pelo Índigo Carmim. (GUARATINI et. al., 2000).

Diversos problemas existem nos efluentes que contêm corantes, especialmente, a dificuldade de remoção da cor intensa, devido aos processos de tingimento e acabamento. Assim, um dos mais satisfatórios processos de tratamento de efluentes aquosos, incluindo baixo custo, facilidade operacional e alta seletividade, é a adsorção. Tendo em vista que os processos adsorptivos podem manter grandes vazões e produzir efluentes de alta qualidade (ERDEM, ÇOLGECEM, DONAT, 2005).

Portanto, o presente estudo teve como objetivo empregar o planejamento fatorial, a fim de avaliar a capacidade de remoção do Índigo Carmim e as variáveis que influenciam no processo de adsorção, utilizando o biocarvão oriundo dos resíduos gerados durante a fabricação da cerveja artesanal.

2. Material e Métodos

2.1 Obtenção do biocarvão

Para analisar o efeito da adsorção na solução de corante, foi utilizado o biocarvão proveniente da pirólise do resíduo do processo de fabricação de cerveja artesanal.

Primeiramente, o resíduo da cerveja foi macerado manualmente com auxílio de grau e pistilo. Após a maceração, a biomassa foi colocada em um cilindro que barra a entrada de oxigênio criando uma atmosfera inerte. O cilindro foi levado para mufla a 800°C por uma hora. Após o aquecimento, o material foi resfriado até a temperatura ambiente e em seguida, colocado em um dessecador para então ser armazenado em frascos. Uma parte deste biocarvão foi ativado com água ou HCl.

Além disso, nesse trabalho, também foram realizadas caracterizações físico químicas do biocarvão in natura e tratado (como Densidade, Cinzas, PH e PCZ).

2.2 Experimentos de adsorção

Utilizou-se o planejamento fatorial para a realização dos experimentos. Foram feitos 11 experimentos para biocarvão in natura, biocarvão tratado com HCl e biocarvão tratado com água. Para cada experimento foi utilizado 0,1g de biocarvão e concentração do corante igual a 50 mg/L. Nesses experimentos variou-se o pH e o tempo, como mostrado na tabela 01 e 02 abaixo:

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
 Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Tabela 01: Planejamento fatorial

	Tempo	pH
1	-1	-1
2	-1	1
3	1	-1
4	1	1
5	-1,41421	0
6	1,41421	0
7	0	-1,41421
8	0	1,41421
9 (C)	0	0
10 (C)	0	0
11 (C)	0	0

Tabela 02: Variação de pH e tempo no planejamento fatorial

	-1,41	-1	0	1	1,41
Tempo (horas)	7	12	24	36	41
pH	1,4	3	7	11	12,6

3. Resultados e Discussão

Na tabela 03 podemos encontrar os resultados de adsorção obtidos com os planejamentos fatoriais efetuados.

Tabela 03: Porcentagem de adsorção para os biocarvões

Ensaio	% de adsorção		
	Biocarvão in natura	Biocarvão tratado com água	Biocarvão tratado com HCl
1	50,6	40,53	99,34
2	59,04	75,55	86,56
3	44,82	65,42	70,84
4	44,1	99,12	99,04
5	31,06	42,71	98,07
6	54,41	98,9	96,26
7	81,45	56,83	75,42
8	97,8	86,12	99,04
9	31,28	45,37	99,04
10	29,96	34,14	98,8
11	30,62	39,87	98,8

Ao analisarmos a tabela 03 podemos notar que todos os biocarvões foram eficientes para o tratamento do efluente com Índigo Carmim, entretanto, o tratado com HCl teve maior capacidade de remover o corante da solução aquosa. Provavelmente, ao realizar o tratamento com ácido, foram retirados resíduos dos poros do biocarvão, pois ao realizar o teste de densidade esse biocarvão teve sua densidade reduzida em relação aos demais. Dessa forma, um maior número de poros ativos ficaram expostos, aumentando a área superficial, e conseqüentemente, proporcionando uma maior adsorção. Os planejamentos fatoriais efetuados mostraram que o pH foi a variável que mais influenciou o processo de adsorção, indicando que trabalhando-se com valores de pH próximos a 12, maiores porcentagens de adsorção são obtidas.

5. Conclusões

Os resultados mostraram que os biocarvões, formados a partir da biomassa de resíduos da fabricação da cerveja, foram eficientes no tratamento de soluções de contaminantes recalcitrantes, tal como é a solução do corante Índigo Carmim. No entanto, dentre os tratamentos pelos quais os biocarvões foram submetidos, o tratamento com ácido foi o mais eficiente.

6. Referências

- GUARATINI, C. C. I; ZANONI, M. V. B.; Quim. Nova, v.23, p. 71-75, 2000.
- ERDEM, E.; ÇÖLGEÇEN, G.; DONAT, R. The removal of textile dyes by diatomite earth. Journal of Colloid and Interface Science, v. 282, p. 314-319, 2005.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO DE MICROALGAS EM MEIO COM PRESENÇA DE UREIA PARA FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO.

**PAULA¹ JUNIOR, P. H.; SOUZA¹ I. A. F.; SHIMADA¹, S. C. E.; SILVA¹, M. G. M.; LIMA¹,
C. F.; OLIVEIRA JUNIOR, E. N².**

¹Universidade Federal de São João Del Rei, PET – Biotecnologias para a Sustentabilidade.

²Universidade Federal de São João Del Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos/ Engenharia de Bioprocessos.

E-mail: paulohpaulo15@gmail.com

1. Introdução

As condições físicas e químicas do solo e da água, como pH, gás dissolvido, alcalinidade, dureza e concentração de amônio são fundamentais para obtenção do sucesso na piscicultura (ROTTA et al, 2003). A amônia presente no meio é o principal produto do metabolismo de nitrogênio nos peixes, sendo excretada por difusão nas brânquias dos peixes e transformada em ureia por meio do seu ciclo natural (MARTINEZ et al., 2016; NELSON et al., 2014).

A amônia não ionizada é de origem lipofílica e por isso é permeável à membrana da célula, de modo que com o aumento da concentração no meio externo, o fluxo deste composto para o interior do organismo cresce e é transformado em amônio, que fica retido no tecido animal por ser de natureza iônica. Desta forma, uma pequena diferença na concentração externa pode causar aumento na concentração interna excedendo os níveis tolerados pelo organismo (MARTINEZ et al., 2016). Diante desse problema existe a necessidade de purificar o efluente de piscicultura em viveiros fechados. Uma alternativa, que o presente trabalho visa oferecer, é o cultivo de microalgas como filtro biológico para remover o excesso de amônia na forma de ureia, por meio de sua capacidade em fixar o nitrogênio (ROTTA et al., 2003).

2. Materiais e Métodos

Os cultivos foram feitos com três espécies diferentes de microalgas: *Chlorella vulgaris*, *Sorokiniana sp.* e *Scenedesmus sp.* Eles foram mantidos em estufa BDO com fotoperíodo de 12 horas, e as medidas foram realizadas em espectrofotômetro UV/VIS a 600 nm.

A montagem experimental consistiu de três *erlenmeyers* para cada espécie analisada em três condições de cultivo diferentes. No meio controle não havia nenhuma fonte de nitrogênio, no meio Inthorn a fonte de nitrogênio utilizada foi o nitrato e o meio Int+Ureia substituiu o nitrato do meio Inthorn por ureia. As culturas de microalgas foram inoculadas em seus respectivos *erlenmeyers* e a partir de 24h foram realizadas leituras espectrofotométricas diárias durante treze dias com aproximadamente 1,5 mL de amostra, para obter os valores de densidade ótica de cada espécie.

3. Resultados e Discussão

A partir da curva da Figura 1 observa-se que no meio Inthorn a *Chlorella vulgaris* apresentou maior biomassa, porém, no meio controle ela apresentou uma taxa de crescimento similar ao Inthorn, o que indica a eficácia dessa espécie em fixar nitrogênio da atmosfera. Já o meio Int+Ureia não apresentou crescimento expressivo. É interessante notar que a correlação nesse meio é que, na presença

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
 Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

de ureia a microalga não cresceu, e contrário ao que ocorreu no meio controle ela não foi capaz de fixar nitrogênio, sugerindo uma inibição por parte da ureia.

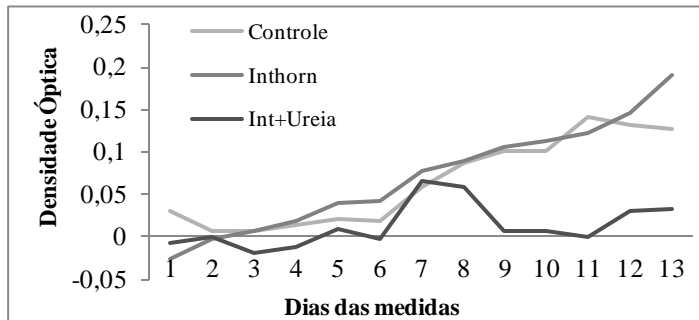


Figura 1. Curva de crescimento da *Chlorella vulgaris* por densidade óptica a 600 nm.

Diferentemente do comportamento da *Chlorella*, a *Sorokiniana sp.* (Figura 2) apresentou expressivo crescimento no meio Int+Ureia, indicando uma correlação positiva entre a presença de ureia e a produção de biomassa por essa microalga, nota-se, inclusive que sua biomassa total foi de cerca de três vezes maior que a *Chlorella* em meio Inthorn. A *Sorokiniana* mostrou crescimento em ambos os meios, Inthorn (DO=0,162) e controle (DO=0,232), pode-se notar que no meio controle atingiu maior densidade óptica, o que indica que sua capacidade de fixar nitrogênio na forma de ureia é maior do que a sua utilização na forma de nitrato.

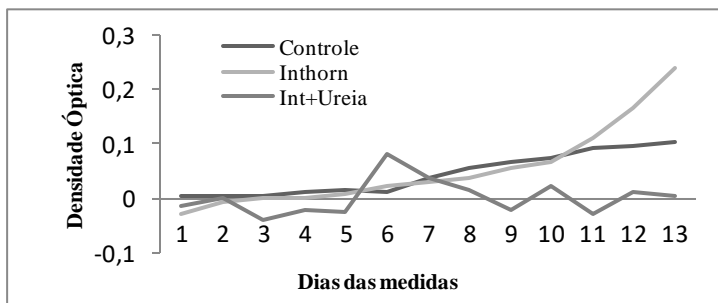


Figura 2. Curva de crescimento da *Sorokiniana sp.* por densidade óptica a 600 nm.

A *Scenedesmus sp.* (Figura 3) apresentou um comportamento semelhante ao da *C. vulgaris*, pois no meio Inthorn ela apresentou maior densidade óptica. No controle também

houve produção de biomassa, mas de forma menos expressiva, entretanto pode-se observar que essa microalga também consegue fixar nitrogênio da atmosfera, porém de modo menos efetivo que a *C. vulgaris*. No meio Int+Ureia ela apresentou um pico de variação entre os dias 5 e 9, similar ao que ocorreu com a *C. vulgaris* no mesmo meio de cultivo.

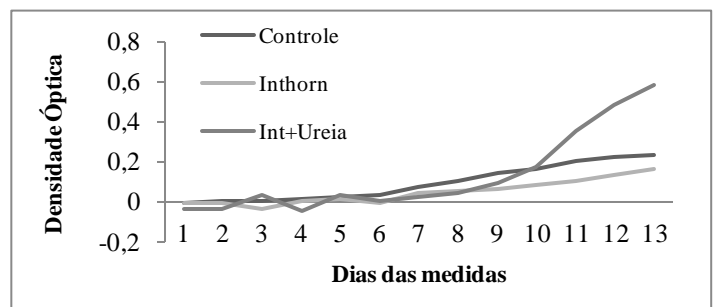


Figura 3. Curva de crescimento da *Scenedesmus sp.* por densidade óptica a 600 nm.

4. Conclusão

Os resultados obtidos demonstraram que dentre todas as espécies avaliadas a *Sorokiniana* foi a que apresentou maior crescimento ao ser cultivada no meio Inthorn mais ureia. Portanto, essa produção significativa da biomassa torna essa espécie promissora para ser cultivada em efluente de piscicultura.

5. Referência bibliográfica

- MARTINEZ, C. B. R.; AZEVEDO, F.; WINKALER, E. U. **Toxicidade e efeito da amônia em peixes neotropicais.** Departamento de ciências fisiológicas – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger.** Porto Alegre: Artmed, 2011. 6ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- ROTTA, M. C.; DE QUEIROZ, J. F. Boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-redes. Corumbá: **Embrapa Pantanal**, 27 p., 2003.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE DQO EM CÉLULAS DE ENERGIA MICROBIANA COMPARADO A SISTEMAS CONVENCIONAIS

Rodrigues^{1,2}, I. C. B.; Araújo², K. C.; Shimada², S. C.; Faria², G. D. P.; Sampaio¹, G. F.; Xavier², B. M. e Leão¹, V. A.

¹ Universidade Federal de Ouro Preto

² Universidade Federal de São João del-Rei

E-mail: isabelcbraga@ufs.edu.br

1. Introdução

O processo convencional de tratamento de efluentes líquidos com alta carga orgânica depende de processos biológicos aeróbios ou anaeróbios que podem representar alto gasto energético e baixa eficiência. Tais características estão relacionadas aos processos metabólicos envolvidos na oxidação da matéria orgânica, mais especificamente ao aceptor final de elétrons (CHERNICHARO, 1997).

A tecnologia de Células de Energia Microbiana (CEM) busca fornecer uma rota alternativa para os elétrons a fim de estimular o processo de oxidação da matéria orgânica. Ao fluir por um circuito externo, o fluxo de elétrons pode realizar trabalho. Deste modo, CEM têm atraído atenção dos pesquisadores, uma vez que são sistemas que permitem tratar efluentes, concomitantemente à produção de energia, por meio do fluxo de elétrons gerado. Além disso, a presença do eletrodo favorece reações biológicas e eletroquímicas múltiplas que facilitam a remoção simultânea de vários poluentes, enquanto propiciam a recuperação de energia *in situ* (RACHINSKI et al., 2010).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou comparar a remoção de DQO em células de energia microbiana em relação à remoção em reatores anaeróbios e aeróbios.

2. Material e Métodos

As CEM foram construídas utilizando tubos de PVC de 40 mm de diâmetro. Utilizou-se uma

membrana de nitrocelulose (0,45 μm) para separar as duas câmaras. A câmara anódica foi dotada de dispositivo para saída de gases. Os eletrodos de bastão de grafite (2,5 mm de espessura e 100 mm de comprimento) foram instalados por meio de septos vedados por borracha butílica nas extremidades das câmaras. O circuito foi fechado por resistor de 10 k Ω . Os reatores aeróbio e anaeróbio foram construídos utilizando frascos de vidro, contendo ou não carvão ativado. Os reatores aerados foram mantidos agitados em *shaker* a 200 rpm. Os reatores anaeróbios foram vedados e acoplado dispositivo para saída de gases.

Todos os sistemas foram alimentados com 150 mL de efluente sintético (15 g L⁻¹ soro de queijo ultrafiltrado e 1 g L⁻¹ de extrato de levedura) e 10 mL de inóculo, obtido do Lago de Soledade (Ouro Branco/MG). Todos os reatores foram incubados a 32°C. O potencial das CEM foi monitorado com multímetro e a demanda química de oxigênio (DQO) foi medida pelo método de oxidação por dicromato de potássio em solução ácida, com análise em espectrofotômetro.

3. Resultados e discussão

O potencial de circuito aberto (OCP) obtido para as CEM é mostrado na Figura 1. É notório que a geração de potencial foi mais elevada para a célula na qual carvão ativado foi usado como meio suporte. No entanto, a produção de potencial para ambas as células foi semelhante

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

a partir do terceiro dia e manteve-se estável até o nono dia de experimento. Aparentemente, o carvão ativado aumenta a condutibilidade, facilitando o fluxo de elétrons no sistema (SALATA et al., 2013).

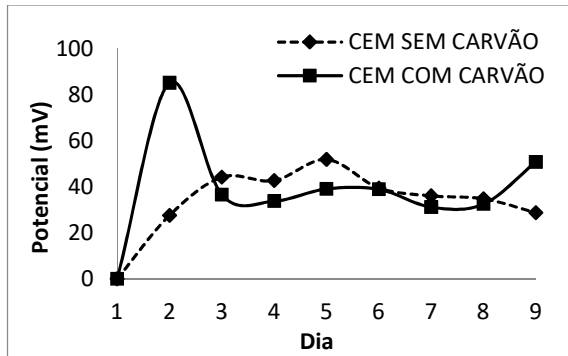


Figura 1. Potencial de circuito aberto em CEM com e sem carvão ativado como material de anodo. CEMs montadas com membranas de nitrocelulose (0,45 μ m) e alimentadas com soro de queijo ultrafiltrado (15 g L⁻¹) e extrato de levedura (1 g L⁻¹)

Na figura 2 é apresentada a remoção de DQO pelos diferentes reatores. Estes valores foram semelhantes para as CEM e os reatores anaeróbios, sendo possível notar que o uso de carvão ativado como leito favorece a remoção de DQO. Nestes reatores, o pH foi mantido entre 6 e 7, enquanto nos reatores sem carvão ficou em torno de 4, relata-se que pHs abaixo de 5 podem inibir o crescimento de microorganismos anaeróbios (SUN et al., 2014).

A remoção de DQO pelo reator aerado sem carvão foi superior (94%). No entanto, a operação desses reatores tem associado um alto consumo de energia, devido à necessidade de aeração mecânica (CHERNICHARO, 1997).

Por outro lado, para o reator aerado no qual foi utilizado carvão ativado como leito, a remoção de DQO foi a menor observada. Este fato pode ser devido à adsorção de lactose pelo carvão (DAWN et al., 2015), deixando menor disponibilidade de fonte de carbono e energia para o desenvolvimento microbiano.

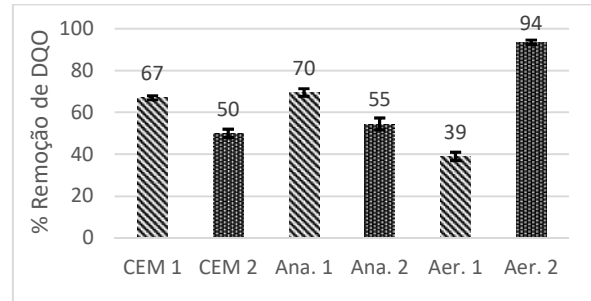


Figura 2. Remoção de DQO por CEM, reatores anaeróbios (Ana.) e aeróbios (Aer.). 1: reatores com carvão ativado. 2: reatores sem carvão ativado.

4. Conclusões

As CEM mostraram-se reatores promissores para o tratamento de efluentes com alta carga orgânica, uma vez que se obteve remoção de DQO semelhante ao reator anaeróbio convencional, com a vantagem da possibilidade de recuperação direta de energia. A maior remoção de DQO em reator aerado é superada pelo alto gasto energético do mesmo.

5. Agradecimentos

Fapemig, Capes e CNPq pelo apoio financeiro.

6. Referências Bibliográficas

- CHERNICHARO, C.A.L. **Reatores Anaeróbios. Princípios de Tratamento Biológico de Aguas Residuárias.** Belo Horizonte - MG: Editora da UFMG, 1997. 246p.
- RACHINSKI, S., et al. Pilhas de combustíveis microbianas utilizadas na produção de eletricidade a partir de rejeitos orgânicos: uma perspectiva de futuro. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 8, p. 1773-1778, 2010.
- SALATA, C. C., et al. Efeito de adsorventes sobre a condutividade, acidez e barbet de diferentes tipos de bioetanol. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 28, n. 03, p. 199-206, 2013.
- DAWN, S. S., et al. Comparison of food waste, *Pongamia* seed coats and commercial activated carbon as effective adsorbents in dairy effluent treatment. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research**, v. 8, n. 2, p. 238-241, 2015.
- SUN, D., et al. *Geobacter anodireducens* sp. nov., an exoelectrogenic microbe in bioelectrochemical systems. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 64, p. 3485-3491, 2014.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

BIOCONVERSÃO DE BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR POR *LACTOBACILLUS* PARA OBTENÇÃO DE ÁCIDO LÁTICO

Piazzzi¹, A. C. F.; Nucci², E. R.

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei, Departamento de Engenharia Química/Engenharia Química.

² Universidade Federal de São João Del-Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos.

E-mail: carolpiazzzi@yahoo.com.br

1. Introdução

A indústria de alimentos e agroindustrial produzem anualmente grandes volumes de resíduos sólidos e subprodutos que, ocasionam problemas consideráveis de disposição final, principalmente por apresentarem um potencial poluidor^[1;2;3]. Estudos realizados por diversos autores, comprovam que, bactérias do gênero *Lactobacillus* possuem capacidade de utilizar alguns resíduos agroindustriais, como melaço de cana de açúcar, amido, batata e outras biomassa, como substrato^[4;5].

Desse modo, o objetivo deste trabalho é testar a capacidade de bactérias do gênero *Lactobacillus* em utilizar bagaço de cana de açúcar como substrato para produção de ácido lático.

2. Metodologia

Os microrganismos obtidos por meio de isolamento de iogurte natural comercial em meio MRS^[6] ágar modificado conforme condições experimentais foram utilizados neste trabalho. Para o meio de crescimento utilizou-se bagaço de cana de açúcar (desidratado, triturado e peneirado) suplementado com peptona de carne e extrato de levedura. Concentração de inóculo foi de 10% (v/v). Os cultivos foram realizados em *Erlenmeyers* de 250 mL e mantidos em *shaker* a 37°C e 150 rpm. A composição do meio de cultivo obtido

utilizando a técnica de planejamento de experimentos fatorial 2³ com 3 repetições no ponto central encontra-se na Tabela 1. A determinação de porcentagem de ácido lático, foi realizada segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz^[7].

Tabela 1: Concentrações de constituintes do meio de cultura para o planejamento.

Variável	Concentração (% m/v)		
	+1	0	-1
Bagaço de Cana	1	2	3
Extrato de Levedura	0	2	4
Peptona	0	2	4

3. Resultados e Discussões

Através dos resultados obtidos, conforme ilustra a Figura 1, verifica-se que para o nível de significância de 5% para o gráfico de Pareto, as variáveis extrato de levedura e peptona influenciam positivamente na produção de ácido lático, indicando que, um aumento dessas variáveis pode resultar em um aumento de produção do referido ácido. Já em relação a variável bagaço de cana, não obteve influência significativa no processo.

A Tabela 2 apresenta a análise de variância (ANOVA) da resposta em estudo. Por meio dos dados da Tabela 2, pode-se calcular o valor obtido para $F_{calc} = 28,90$. Observa-se que este valor é aproximadamente 6,6 vezes maior que o

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

valor de $F_{Tab} = F(3;7;0,05) = 4,35$ e pode-se dizer que o modelo é estatisticamente significativo e com um $R^2=0,989$.

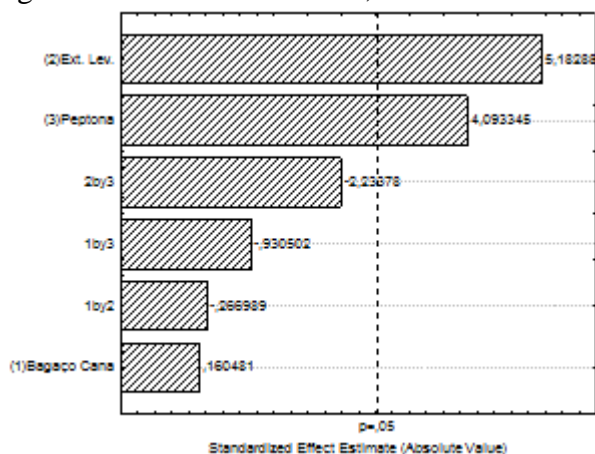


Figura 1: Gráfico de Pareto para a resposta acidez expressa em ácido láctico.

Tabela 2: Análise de Variância (ANOVA) para a resposta Acidez expressa em Ácido Láctico.

	SQ	GL	SQM	F_{cacl}
Regressão	4.785,8	3	1.595,3	28,9
Resíduo	386,2	7	55,2	-
Total	5.172,0	10	-	-

SQ: soma dos quadrados; GL: graus de liberdade; SQM: soma dos quadrados médios.

A Figura 2 ilustra a curva de contorno obtida através dos resultados obtidos.

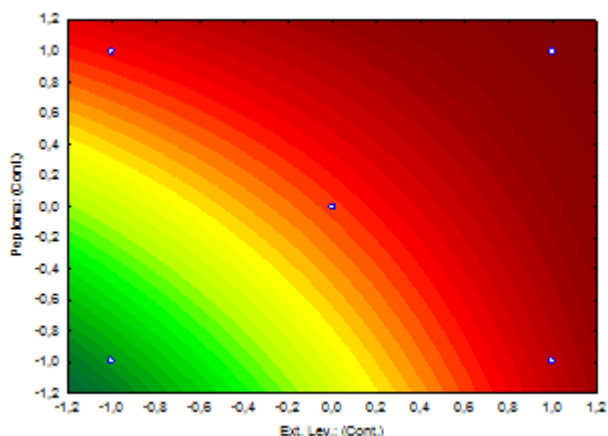


Figura 2: Gráfico de superfície relacionando extrato de levedura com peptona.

Pelos resultados obtidos, pode-se perceber que para maximizar a produção de ácido láctico

pelo processo, é necessário um aumento nas concentrações de extrato de levedura e peptona, conforme verificado também pelo gráfico de Pareto.

4. Conclusão

Através dos resultados obtidos pode-se se concluir que bagaço de cana de açúcar pode ser utilizado para crescimento e produção de ácido láctico por meio de *Lactobacillus*, uma vez que, serve como substrato para a fermentação, desde que, seja suplementado. Como perspectivas futuras, o processo de bioconversão por *Lactobacillus* está ainda em estudo e em fase de testes com outros tipos de resíduos agroindustriais utilizados como substratos.

5. Referências Bibliográficas

- [1] KOOPMANS, A.; KOPPEJAN, J. *Agricultural and forest residues—generation, utilization and availability. Regional Consultation on Modern Applications of Biomass Energy*, Kuala Lumpur, Malaysia. (1997).
- [2] ALI, H. K. Q.; ZULKALI, M. M. D. *Xylan-decomposing fungi and xylanolytic activity in agricultural and industrial wastes. International Biodeterioration & degradation*, 2011, p. 15 – 21.
- [3] SANTANA, R. S. M. de. *Produção de enzimas aminolíticas através de fermentação em estado sólido. Dissertação de Mestrado*. Universidade Estadual da Bahia, Itapetinga, 2002, 73 p.
- [4] HOFVENDAHL K., HAHN-HAGERDAL B., Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources. *Enzyme and Microbial Technology*, 2000, p.87–107.
- [5] DUMBREPATIL, A. ADSUL, M. CHAUDHARI, S. KHIRE, J. GOKHALE, D. *Utilization of molasses sugar for lactic acid production by Lactobacillus delbrueckii subsp. delbrueckii mutant uc-3 in batch fermentation. Appl Environ Microbiol.*, 2008, p. 333-5.
- [6] MAN, J. C., ROGOSA, M.; SHARPE, M. E. A medium for the cultivation of *Lactobacilli*. *Journal of Applied microbiology*, 1960, p. 130 – 135.
- [7] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. v.1, 3. Ed. São Paulo: IMESP, 1985, p.203-204.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

CARACTERIZAÇÃO DA ENZIMA β -GLICOSIDASE DO FUNGO *Fusarium* sp. ISOLADO DA CASCA DE CAFÉ

Andrade¹, L. C.; Sarrouh¹, B.

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei. Depto. De Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos / Engenharia de Bioprocessos.

E-mail: leidleneandrade@hotmail.com

1. Introdução

A preocupação ambiental tem feito muitos países investirem em fontes de energias alternativas e sustentáveis. Neste cenário, a hidrólise da biomassa lignocelulósica é uma opção interessante para obtenção do bioetanol.

A utilização de enzimas celulasas para conversão de substratos celulósicos a açúcares fermentescíveis ainda é um processo de custo elevado. Assim, torna-se necessária a busca por novos microrganismos produtores de celulasas, afim de deixar a utilização dessas enzimas economicamente mais viáveis.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de produção da enzima β -glicosidase, produzida pelo fungo *Fusarium* sp., isolado da casca do café, bem como caracterizar a atividade dessa enzima frente a diferentes valores de pH e temperatura.

2. Material e Métodos

2.1. Produção de extrato enzimático por fermentação submersa

O meio foi constituído por Carboximetilcelulose (CMC) 2% (p/v); KH_2PO_4 0,7%; NaH_2PO_4 0,4%; MgSO_4 0,02%; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,1% e extrato de levedura 0,06%, segundo Singh *et al.* (2009) modificado. O inóculo foi realizado retirando-se três discos de 1 cm de diâmetro de uma placa de Petri contendo colônias do fungo. Os discos foram transferidos para um *erlenmeyer* contendo o meio. O mesmo foi inserido em um *shaker* a 28 °C e 180 rpm. Em intervalos de 24

horas, as amostras eram coletadas e centrifugadas a 10.000 rpm por 20 minutos, a fim de obter o extrato enzimático bruto das mesmas. O inóculo foi realizado em duplicata.

2.2. Determinação da Atividade da Enzima β -glicosidase.

Para este teste utilizou-se o substrato *p*-nitrofenil- β -D-glicopiranosídeo (pNP β G). Inicialmente, adicionou-se 120 μL da solução de (pNP β G) a 0,01 M e 1,08 mL de tampão fosfato-citrato 0,1 M pH 5,0 nos tubos de ensaios. Em seguida, acrescentou-se 0,3 mL dos extratos enzimáticos e para o controle 0,3 mL do mesmo tampão. Todos os tubos foram colocados em banho-maria a 30°C por 30 min. A reação foi interrompida acrescentando 1,5 mL da solução de bicarbonato de sódio 0,5 M. A leitura foi realizada a 420 nm.

Define-se uma unidade internacional (IU) de atividade β -D-glicosidase como a quantidade de enzima requerida para liberar 1 μmol de *p*-nitrofenol do substrato por minuto.

2.3. Caracterização da enzima β -glicosidase

2.3.1. Efeito da temperatura na atividade da enzima

A atividade enzima β -glicosidase foi avaliada nas temperaturas de 30 a 70°C. O ensaio foi realizado conforme descrito no item 2.2, alterando apenas a temperatura na qual as amostras foram incubadas.

2.3.2. Efeito do pH na atividade da enzima

A atividade da enzima foi avaliada frente a diferentes valores de pH entre 4,0 e 8,0. A

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

variação no pH foi realizada utilizando os tampões fosfato-fosfato a 0,2 M. O ensaio foi realizado conforme descrito no item 2.2, alterando-se o pH na qual as amostras foram incubadas, na temperatura de 60°C.

3. Resultados e Discussões

3.1. Avaliação da atividade β -glicosídica

O método da fermentação submersa foi utilizado para avaliar a atividade da enzima β -glicosidase do fungo, como mostra a Figura 1.

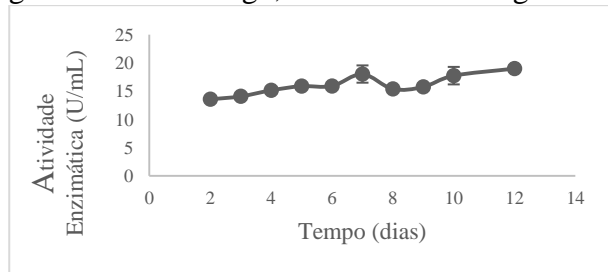


Figura 1: Produção de β -glicosidase por *Fusarium* sp.

Conforme apresentado na Figura 1, observou-se que a produção da enzima β -glicosidase foi máxima após 12 dias de cultivo, sendo que a sua atividade alcançou um valor ótimo de $18,982 \pm 0,087$ U/mL.

3.2. Caracterização das Enzimas β -glicosidase.

A avaliação da caracterização da enzima β -glicosidase ocorreu no 12º dia de cultivo, onde se obteve a atividade enzimática máxima.

3.2.1. Efeito da Temperatura na atividade enzimática

Na Figura 2, têm-se a atividade enzimática da β -glicosidase em diferentes condições de temperatura.

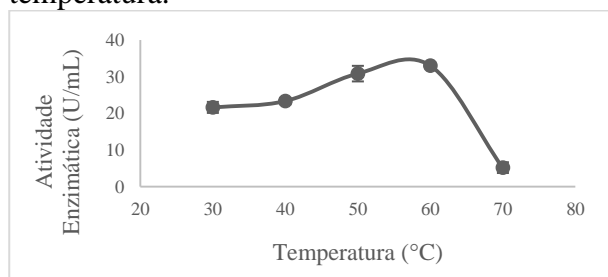


Figura 2: Efeito da temperatura na atividade da enzima β -glicosidase.

Segundo os resultados obtidos, foi possível concluir que a β -glicosidase presente no extrato enzimático exibiu atividade máxima de $32,955 \pm 0,078$ U/mL na temperatura ótima de 60°C.

3.2.2. Efeito do pH na atividade enzimática

A Figura 3 apresenta a influência do pH na atividade da enzima β -glicosidase do fungo.

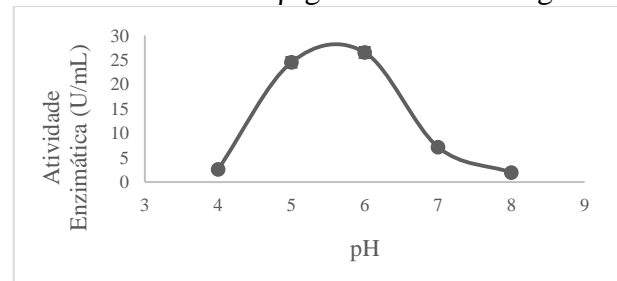


Figura 3: Efeito do pH na atividade da enzima β -glicosidase.

Analisando a figura acima observou-se que, em pH 6 a β -glicosidase, apresentou uma atividade máxima de $26,511 \pm 1,126$ U/mL.

4. Conclusão

Conclui-se que o fungo *Fusarium* sp., apresentou uma atividade β -glicosídica promissora, alcançando uma atividade enzimática máxima de $18,982 \pm 0,087$ U/mL após o 12º dia de cultivo. Sendo caracterizada a temperatura ótima para esta enzima de 60°C e o pH ótimo de 6,0.

5. Referências

SINGH, R.; VARMA, A. J.; LAXMAN R. S.; RAO, M. Hydrolysis of cellulose derived from steam exploded bagasse by *Penicillium* cellulases: Comparison with commercial cellulose. **Bioresource Technology**. n.100, p.6679–6681, 2009.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

CARACTERIZAÇÃO DE CATALISADORES CARBONATOS FOSFATOS E SUA UTILIZAÇÃO NA DEGRADAÇÃO DE CORANTES TÊXTEIS

Rezende¹, L. C.O.; Santos¹, E. F.; Sousa², P. J. M.; Costa³, D. A. S.; Urzedo¹, A.P.F.M.

¹Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Alto Paraopeba, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos/ Engenharia de Bioprocessos

²Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Alto Paraopeba, Departamento de Química/ Engenharia Química

³Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Química/ Doutorando em Química Inorgânica.

E-mail: cunhalarissa21@gmail.com

1. Introdução

A família dos carbonatos fosfatos $\text{Na}_3\text{MCO}_3\text{PO}_4$ (M = Co e Fe) trata-se de uma classe de compostos ainda pouco estudada, mas que vem despertando interesse por possuir potencial eletroquímico e baixo custo para sua síntese¹.

Recentemente estes compostos vem sendo sintetizados através da radiação microondas em condições solvotérmicas². Esta técnica possibilita a obtenção de nanomateriais cristalinos com morfologia, fase e tamanho de partícula controladas em uma fração de tempo, menor do que quando realizada nos métodos de síntese solvotérmicas em autoclave³. Desta forma, neste trabalho apresentamos a caracterização química destes materiais, bem como investigar os potenciais dos mesmos para serem utilizados como catalisadores de substâncias recalcitrantes, como os corantes têxteis.

2. Material e métodos

2.1. Caracterização dos catalisadores

Foram realizadas caracterizações por difratograma de raios-x (DRX), microscopia eletrônica de varredura (MEV), análises termogravimétricas (TG) e espectroscopia Moossbauer dos catalisadores $\text{Na}_3\text{FeCO}_3\text{PO}_4$ e $\text{Na}_3\text{CoCO}_3\text{PO}_4$.

2.2. Aplicação como catalisador

Para o teste de cada catalisador, 16 mg dos mesmos foram adicionados a 19 mL de solução do corante têxtil índigo carmim na concentração de $40\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e 1 mL de H_2O_2 $0,36\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Após 1 hora de agitação, a solução foi monitorada por espectrofotometria UV-Vis em 610 nm.

3. Resultados e discussões

A análise de DRX mostrou que os catalisadores apresentavam-se na forma pura e com a cristalinidade desejada. A cristalinidade pode ser associada a morfologia que foi observada nas imagens de MEV.

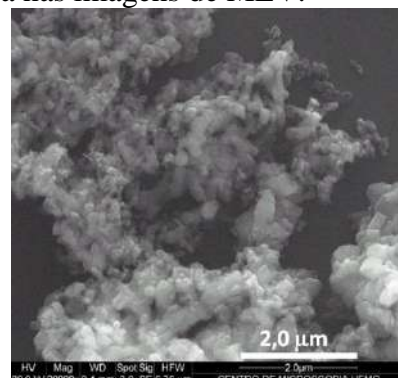


Figura 1-Imagens obtidas por MEV do $\text{Na}_3\text{FeCO}_3\text{PO}_4$ sintetizados em 210°C .

Na figura 1, observa-se que o composto $\text{Na}_3\text{FeCO}_3\text{PO}_4$ apresenta partículas semelhantes a placas e bastões, com dimensões que variam de 50 a 400 nm.

Na figura 2, observa-se que o composto $\text{Na}_3\text{FeCO}_3\text{PO}_4$ apresenta partículas

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

semelhantes a placas hexagonais de 500 nm de largura e 20 nm de espessura.

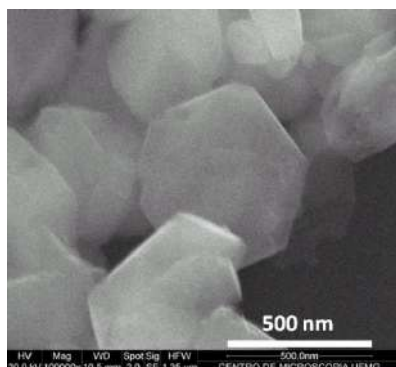


Figura 2-Imagens obtidas por MEV do $\text{Na}_3\text{CoCO}_3\text{PO}_4$ sintetizados em 210°C .

A termogravimetria mostrou que esses compostos são estáveis e tiveram uma perda de aproximadamente 15% de sua massa na faixa de temperatura entre 500 e 600°C , sendo essa perda associada a perda de CO_2 , como pode ser visto na figura 3.

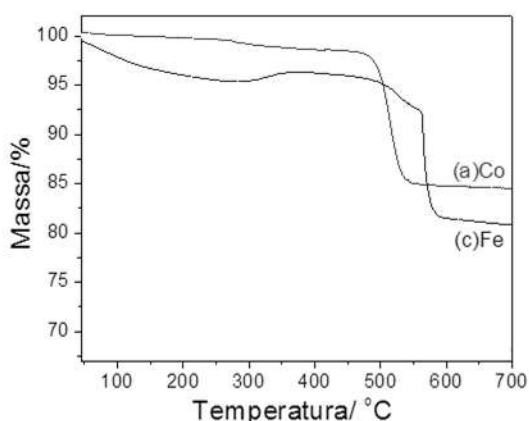


Figura 3-Curvas TG dos catalisadores $\text{Na}_3\text{CoCO}_3\text{PO}_4$ e $\text{Na}_3\text{FeCO}_3\text{PO}_4$

Para a análise das fases de Fe presente no catalisador $\text{Na}_3\text{FeCO}_3\text{PO}_4$, a espectroscopia Mossbauer evidenciou que mesmo após a síntese, ainda restavam 84% de Fe^{2+} presente na amostra (Tabela 1), o que é ideal para o mesmo ser aplicado como catalisador em reações de degradação.

Tabela 1-Fases de Fe presentes no catalisador $\text{Na}_3\text{FeCO}_3\text{PO}_4$ por Mossbauer

Amostra	Estado de oxidação	Área (± 1)%
$\text{Na}_3\text{FeCO}_3\text{PO}_4$	Fe^{2+}	84
	Fe^{3+}	16

Os testes de degradação mostraram que ambos os catalisadores tem um enorme potencial para serem utilizados no tratamento de corantes recalcitrantes, uma vez que foi possível alcançar uma taxa de degradação para corante índigo carmim de 67 e 95%, quando usados os catalisadores $\text{Na}_3\text{FeCO}_3\text{PO}_4$ e $\text{Na}_3\text{CoCO}_3\text{PO}_4$, respectivamente.

4. Conclusão

As técnicas de caracterização mostraram que ambos os catalisadores encontram-se nas formas desejadas, com boa cristalinidade e resistência a altas temperaturas. Além disso, os testes de degradação evidenciaram que os mesmos foram muito eficazes na remoção do corante índigo carmim em solução.

5. Referências Bibliográficas

- Chen, H., Hautier G., Ceder G. **Synthesis, Computed Stability, and Crystal Structure of a New Family of Inorganic Compounds: Carbonophosphates**. Journal of the American Chemical Society. 2012;134(48):19619-27.
- Chen, K.F.; Donahoe, A.C.; Noh, Y.D.; Li, K.Y. **Conventional-and microwave hydrothermal synthesis of LiMn_2O_4 : Effect of synthesis on electrochemical energy storage performances**. Ceramics International. 2014 Mar;40(2):3155-63.
- Ji, H.M.; Yang, G.; Ni, H.; Roy, S.; Pinto, J.; Jiang, X.F. **General synthesis and morphologycontrol of LiMnPO_4 nanocrystals via microwave-hydrothermal route**.

6. Agradecimentos

FAPEMIG e ao CNPQ, convênio SICONV 793988/2013 – Processo APQ-01626-14.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS CATALISADORES $\text{Na}_3\text{FeCO}_3\text{PO}_4$ e $\text{Na}_3\text{CoCO}_3\text{PO}_4$ NA DEGRADAÇÃO DO CORANTE VERMELHO CONGO

Sousa¹, P. J. M.; Rezende², L. C.O.; Santos², E. F.; Costa³, D. A. S.; Urzedo², A.P.F.M.

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Alto Paraopeba, Departamento de Química/ Engenharia Química

² Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Alto Paraopeba, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos/ Engenharia de Bioprocessos

³ Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Química/ Doutorando em Química Inorgânica.

E-mail: radific@hotmail.com

1. Introdução

O crescimento industrial acarretou no aumento da geração de efluentes repletos de contaminantes químicos. Esses efluentes mesmo que tratados previamente apresentam concentrações de alguns contaminantes químicos visto que estes não são removidos de forma efetiva pelos sistemas de tratamentos convencionais¹.

Dentre esses poluentes pode-se destacar os corantes. A indústria têxtil merece destaque, pois possui um dos processos de maior geração de poluentes, contribuindo fortemente com a carga poluidora no meio ambiente².

O vermelho congo, dentre os corantes, merece destaque, pois além de sua toxicidade e suspeita de ser cancerígeno e mutagênico, ele possui uma baixa biodegradabilidade³, o que demonstra uma difícil remoção no tratamento de efluentes, necessitando a aplicação de tratamentos alternativos.

Devido a necessidade de desenvolvimento de novos processos de tratamento de efluentes, este trabalho visa a comparação entre a eficiência dos catalisadores carbonato fosfato de ferro e carbonato fosfato de cobalto, na presença de peróxido de hidrogênio para a degradação do corante vermelho congo.

2. Material e Métodos

Foram utilizados os catalisadores $\text{Na}_3\text{FeCO}_3\text{PO}_4$ e $\text{Na}_3\text{CoCO}_3\text{PO}_4$ e como substrato, o corante vermelho congo.

Para o teste dos catalisadores, uma massa de cada catalisador, foi adicionada a 19 mL de solução do corante têxtil vermelho congo na concentração de 40 mg.L^{-1} e 1ml de H_2O_2 . Diferentes massas de catalisador foram testadas (16 e 46 mg), bem como diferentes concentrações de H_2O_2 (0,06; 0,36 e $0,42 \text{ mol.L}^{-1}$). Também realizou-se o teste de degradação usando-se apenas H_2O_2 , na ausência de qualquer catalisador. Em todos os experimentos, realizou-se 1 hora de reação, as quais foram posteriormente monitoradas por espectrofotometria UV-Vis em 498 nm

O percentual de degradação (*Deg*) foi obtido a partir da relação da diferença entre a absorvância inicial (*Absinicial*) e a absorvância final (*Absfinal*) pela concentração inicial multiplicado por 100, como pode-se observar na equação 1.

$$Deg = \frac{[Abs_{inicial} - Abs_{final}]}{Abs_{inicial}} * 100 \quad (1)$$

3. Resultados e Discussão

Os dados obtidos a partir dos experimentos montados são apresentados na Tabela 1. Nela encontram-se as porcentagens de degradação do corante vermelho congo usando o catalisador $\text{Na}_3\text{FeCO}_3\text{PO}_4$.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
 Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Tabela 1- Porcentagem de degradação do vermelho congo usando-se o catalisador $\text{Na}_3\text{FeCO}_3\text{PO}_4$

	[H ₂ O ₂]	Massa de catalisador	% degradação
1	0,06 mol.L ⁻¹	16 mg	15,56319862
2	0,06 mol.L ⁻¹	46 mg	16,76698194
3	0,36 mol.L ⁻¹	16 mg	35,51160791
4	0,36 mol.L ⁻¹	46 mg	24,33361995
5	0,42 mol.L ⁻¹	0mg	6,914893617

Considerando os dados obtidos na tabela 1, percebe-se que 40% dos experimentos realizados conseguiram degradar mais de 20% da concentração do corante em solução.

Os resultados obtidos para o catalisador $\text{Na}_3\text{CoCO}_3\text{PO}_4$ são apresentados na tabela 2.

Tabela 2- Resultados dos experimentos do $\text{Na}_3\text{CoCO}_3\text{PO}_4$ com o vermelho congo

	[H ₂ O ₂]	Massa de catalisador	% degradação
1	0,06 mol.L ⁻¹	16 mg	48,70410367
2	0,06 mol.L ⁻¹	46 mg	74,40604752
3	0,36 mol.L ⁻¹	16 mg	31,74946004
4	0,36 mol.L ⁻¹	46 mg	30,99352052
5	0,06 mol.L ⁻¹	0mg	5,957446809

Analisando os dados que estão contidos na tabela 2, nota-se que em quatro experimentos, houve uma degradação maior que 20% da solução do corante.

Na figura 1, pode-se comparar a eficiência entre os dois catalisadores na degradação do vermelho congo.

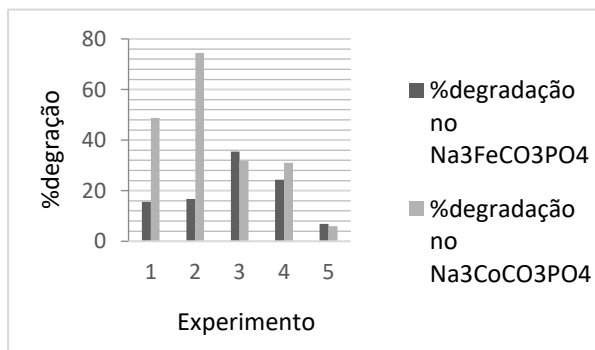


Figura 1: Gráfico de comparação das % de degradação do vermelho congo com os catalisadores utilizados

Praticamente em todos os experimentos, o catalisador $\text{Na}_3\text{CoCO}_3\text{PO}_4$ foi o mais eficiente na degradação do corante. Para que ambos os

catalisadores sejam efetivos, é necessário que os metais Fe e Co doem elétrons para que ocorra a quebra homolítica da molécula de H₂O₂ e formação de radicais OH·, os quais possuem a capacidade de oxidar moléculas orgânicas. Neste caso, o Co possui maior número de elétrons disponíveis para ocorrer a formação dos radicais OH·, portanto, já era esperado que o catalisador $\text{Na}_3\text{CoCO}_3\text{PO}_4$ apresentasse os melhores resultados. Na ausência de ambos os catalisadores, a solução de H₂O₂ isoladamente não é capaz de degradar o corante.

4. Conclusões

Os experimentos realizados mostraram que o catalisador carbonato fosfato de cobalto ($\text{Na}_3\text{CoCO}_3\text{PO}_4$) é o mais eficiente na degradação do corante vermelho congo. Entretanto, faz-se necessário uma melhor otimização das variáveis estudadas neste trabalho para que se possa alcançar a condição ótima para a remoção deste corante em meio aquoso.

5. Referências Bibliográficas

- REIS, L.G.T. **Degradação do corante vermelho congo em solução aquosa através de plasma obtido por eletrólise de alta tensão**. Viçosa, 2009. Dissertação (mestrado em Programa de PósGraduação em Agroquímica). Universidade Federal de Viçosa.
- AZEVEDO, J.J.R. **Poluição pela indústria têxtil**. Mestrado em Gestão Ambiental e Ordenamento do Território. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima – IPVC. 2009-2010.
- AXELSON, G.K; GIORGADZE, T; YOUNGBERG, G.A. **Evaluation of the use of Congo red staining in the differential diagnosis of Candida vs. various other yeast form fungal organisms**. Journal of Cutaneous Pathology. V.35, p.27-30, 2008.

6. Agradecimentos

FAPEMIG e ao CNPQ, convênio SICONV 793988/2013 – Processo APQ-01626-14

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

ELETRODOS ARTESANAIS COM APLICAÇÕES DIDÁTICAS

Oliveira¹, G. M.; Knupp², V.

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei, Curso Bacharel em Engenharia de bioprocessos

² Universidade Federal de São João Del-Rei, Departamento de química, biotecnologia e Engenharia de bioprocessos.

E-mail: gmcostaoliveira@gmail.com

1. Introdução

Com o chamado “develar da caixa preta”, que é o conhecimento sobre o princípio de funcionamento de vários equipamentos utilizados na indústria permitindo assim o desenvolvimento de tecnologias de baixo custo e aperfeiçoando as técnicas já existentes, isso contribui para o crescimento do mercado relacionado a construção de eletrodos, visto que geração de eletrodos pode ser realizada de forma simples e com redução em seus custos. [1]

No meio acadêmico brasileiro práticas de voltametria nas atividades de química analítica não são comuns, devido aos custos de equipamentos como potenciostato e eletrodos, tornando-os inacessíveis para instituições de ensino, o trabalho propõe criação de alternativas para o ensino de voltametria, com destaque a construção de eletrodos artesanais, sendo eles podem ser desenvolvidos pelos próprios alunos representando um ganho pedagógico benéfico. [2]

O funcionamento do sistema é através de uma célula constituída de três eletrodos imersos numa solução que contem a amostra de interesse e eletrólito de suporte, o microeletrodo ou eletrodo de trabalho possui um potencial que varia de forma linearmente com o tempo, já o eletrodo de referência sempre mantém seu potencial constante, o

terceiro eletrodo é o contra-eletrodo que possui a função de conduzir eletricidade da fonte para o microeletrodo através da solução. O sinal é controlado por um circuito potenciostático onde a resistência do eletrodo referência é tão alta que essencialmente não há corrente presente, assim toda a corrente da fonte é conduzida para o microeletrodo. A resultante é transformada em voltagem e observada conforme o tempo. [3]

2. Materiais e métodos

Para a construção do eletrodo auxiliar, utilizou-se ponteiras de pipetas de 2 tamanhos. O fio de prata foi imerso em uma solução de Ácido clorídrico, para fixação de cloreto de prata em sua superfície. Realizou-se as junções do eletrodo com sílica, e preencheu-se com solução eletrolítica de cloreto de potássio saturado e na segunda junção usou-se nitrato de potássio para evitar a formação de complexos.

O microeletrodo construiu-se com tubos capilares e grafite comercial. O grafite é inserido no tubo e com auxílio do bico de Bussien, realizou-se uma junção de pequena área superficial. O contra eletrodo extraiu-se o grafite de pilha comum.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

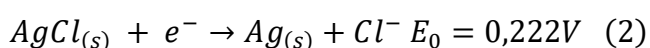
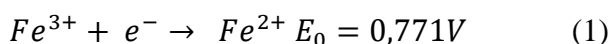
13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

3. Experimento

Em uma solução de Fe^{2+}/Fe^{3+} de mesma concentração (5 mmolL^{-1}) colocou-se o eletrodos e mensurou-se com o auxílio de um multímetro, a diferença de potencial da célula eletroquímica construída, onde através da equação de Ernest será possível observar se os eletrodos artesanais realizam o trabalho de forma efetiva, mostrando resultados consistentes com a literatura.

4. Resultados e Discussão

Com o intuito de descobrir a eficiência do eletrodo de Prata/Cloreto de prata, utilizando uma meia célula de Fe^{3+}/Fe^{2+} , inserindo o eletrodo de referencia, na solução para que faça parte da célula eletroquímica, com o uso de um eletrodo de trabalho de carbono grafite, fechando o circuito. Obtém-se uma diferença de potencial que varia de acordo com a concentração de Fe^{3+}/Fe^{2+} . As duas meias-reações de redução são vistas a seguir:



Os potenciais dos eletrodos são:

$$E_+ = 0,771 - 0,05916 \log \frac{[Fe^{2+}]}{[Fe^{3+}]} \quad (3)$$

$$E_- = 0,222 - 0,05916 \log [Cl^{-}] \quad (4)$$

E a diferença de potencial da célula eletroquímica é a diferença $E_+ - E_-$:

$$E = \left\{ 0,771 - 0,05916 \log \frac{[Fe^{2+}]}{[Fe^{3+}]} \right\} - \left\{ 0,222 - 0,05916 \log [Cl^{-}] \right\} \quad (5)$$

A concentração de Cl^{-} será constante, fixada pela solubilidade da ponte salina, no caso cloreto de potássio, com isso o valor da

potencial muda de acordo com a razão das concentrações de Ferro (II) e Ferro (III). Como foi fixada as concentrações, o potencial constante é estabelecido, pelos potenciais tabelados, veja a seguir:

$$E = 0,771 - 0,222 = 0,549V \quad (6)$$

O valor teórico é consistente com valor de potencial no experimento realizado, com o registro feito com multímetro, medindo 0,54V, mostrando assim a precisão do eletrodo construído.

5. Considerações finais

O eletrodo possui comportamento próximo ao de eletrodos construídos na indústria, abrindo assim um leque de possibilidades para elaboração de experimentos, principalmente voltados para a área de análise instrumental, contribuindo para melhor compreensão de métodos eletro analíticos.

6. Referências

- [1] BAILO, José, RAMOS, Luiz, CAVALHEIRO, Eder. Construção de eletrodo de grafite retirado de pilha comum: Aplicações didáticas. Vol 37. São Paulo: Química Nova
- [2] SILVA, Reinaldo, SOUZA, Ivan. Eletrodos artesanais para voltametria. Vol 21. Florianópolis: Química Nova.
- [3] SKOOG Douglas A. Princípios de análise instrumental. 5 ed. Porto Alegre: Brookman, 2002.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

GERAÇÃO DE ENERGIA EM CÉLULA DE ENERGIA MICROBIANA UTILIZANDO LODO ANAERÓBIO DE ETE COMO INÓCULO

Severiano¹, R.; Knupp², V.

¹ Universidade Federal de São João Del Rei, Engenharia de Bioprocessos

² Universidade Federal de São João Del Rei, Departamento de Química e Bioprocessos

E-mail: raissaseveriano5@gmail.com

1. Introdução

A preocupação ambiental tem incentivado a procura por fontes de energia que agridam menos o meio ambiente e sejam renováveis. O uso de sistemas biológicos que possibilitam a produção de energia através de resíduos tem sido uma alternativa.

Chamadas de Célula de energia microbiana (CEM), aproveitam reação de oxidação em águas residuais rica em matéria orgânica catalisadas por microrganismos. A oxidação gera corrente por elétrons passando por um circuito externo e um acceptor final.

A CEM é formada por duas câmaras. Uma aeróbia onde o oxigênio é acceptor final de elétrons e se reduz formando H₂O como subproduto. Na anaeróbia a matéria orgânica é consumida por consorcio de bactérias onde prótons e elétrons e CO₂ são produzidos. Os dois compartimentos são separados por uma membrada impermeável que impede a passagem de O₂ para o meio anaeróbio porem permite a passagem de prótons para a reação de redução no meio aeróbio. (PASSOS, 2015, P.1)

Os eletrodos fixam os microrganismos anaeróbios e conduzem os elétrons gerados. A trajetória dos elétrons é feita por um circuito externo conectado as duas câmaras. “Esse fluxo de elétrons gera uma corrente elétrica que pode ser mensurada e utilizada

para realizar trabalho” ((PASSOS, 2015, P.1)

As bactérias mais eficientes utilizadas na CEM são encontradas em esgotos e resíduos marinhos.

2. Materiais e métodos

Para a construção da CEM foi utilizada um recipiente transparente, cortou-se o compartimento ao meio para formar duas câmaras. Uma luva de látex foi, usada como a membrana semipermeável separando os dois compartimentos. Na base do recipiente fez-se um furo para encaixe de uma mangueira para alimentação e um fio de cobre com eletrodos de grafite, todos os objetos foram vedados com silicone para impedir que o ar passe para o meio anaeróbio.

Na câmara anaeróbia foi adicionado 100mL de meio de cultura e 50mL de esgoto anaeróbio, coletado da lagoa anaeróbica da COPASA em Ouro Branco – MG. Essa solução foi borbulhada com nitrogênio por 15 minutos para retirar todo o oxigênio. No compartimento aeróbio utilizou-se uma solução de permanganato de potássio e um fio de cobre com eletrodos de grafite. Os fios foram conectados por uma resistência de 820Ohm.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

A tensão dos fios foi medida por um multímetro, todos os dias. A alimentação era feita na câmara anaeróbia com um meio de cultura contendo fontes de carbono e extrato de levedura e ocorreu de dois em dois dias.

3. Resultado e discussão

Foi possível montar um gráfico através dos valores de tensão e densidade de corrente.

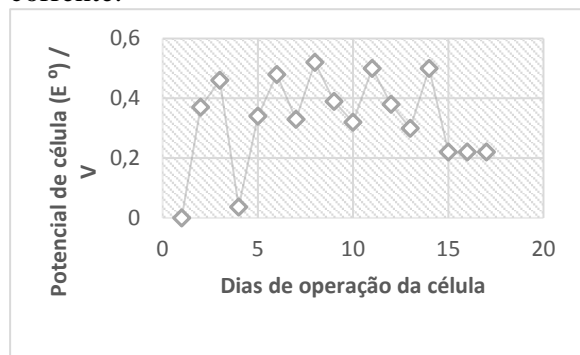


Figura 1 – Gráfico potencial da CEM versus dias de operação

Pode-se notar o comportamento cíclico devido a alimentação. Os menores valores de tensão foram medidos antes da alimentação do sistema, causado pela diminuição do substrato. Já os maiores valores de tensão eram medidos um dia após a alimentação, evidenciando que os microrganismos precisam de um período de adaptação.

4. Conclusão

A tensão média teve um valor de 0,34V, o que comparado com outros relatos da literatura foi dentro do esperado, pois as condições experimentais foram semelhantes ao da literatura. Portanto, os valores de densidade de potência obtidos foram satisfatórios em comparação com os resultados publicados nos trabalhos recentes.

5. Referências bibliográficas

- PASSOS, V. F. DE ANDRADE, A. R. REGIATTO, V. **Geração de energia em célula microbiana a combustível utilizando lobo anaeróbio de estação de tratamento de esgoto.** Maio de 2015 – Rio de Janeiro – Brasil
- V. F. PASSOS, S. AQUINO NETO, A. R. DE ANDRADE, V. REGIATTO **Célula a combustível microbiana com um consórcio de microrganismos utilizados no tratamento de vinhaça.** Outubro de 2014 – Florianópolis/SC - Brasil
- DA SILVA, S.J; MEZZOMO, H. NOGUES. B, L.FRAGA. F, M. OGRODOWSKI. S. C. SANTANA. B. F. **Efeito do processo contínuo sem reciclo de biomassa na operação de células de combustível microbiológicas.**
- MARTINS, G. PEIXOTO, L. TAVARES, P. RODRIGUES, C. A. BRITO, G. A. **Avaliação de desempenho de uma célula de combustível microbiana em sedimentos de sistema aquático eutrofizados.**
- RACHINSKI, S. CARUBELLI, ADEMIR. MANGONI, A.P. MANGRIS, A.S. **Pilhas de combustíveis microbianas utilizadas na produção de eletricidade a partir de rejeitos orgânicos: uma perspectiva de futuro.** 24/08/10



Figura 1 – CEM montada em funcionamento

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

MODELAGEM E OTIMIZAÇÃO ESTATÍSTICA DO TRATAMENTO DE EFLUENTES POR BIOADSORÇÃO CONTENDO ÍON COBRE

Cabral¹, P. H. T. D; Dias³, C, T; Silva², R. R. M; Oliveira², K. S. G. C; Urzedo³, A. P. F. M.

¹ Universidade Federal de Minas Gerais, Pós-Graduando em Estatística Aplicada

² Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Química, Pós-Graduando em Engenharia Química

³ Universidade Federal de São João del-Rei, UFSJ/DQBIO/DEQUE

E-mail: pedro_eng.quimica@hotmail.com

1. Introdução

Atualmente os metais pesados se encontram entre os poluentes que causam maiores preocupações ambientais, onde a utilização de biomassas como bioadsorventes apresenta-se como uma atraente alternativa para a remoção de íons metálicos em efluentes aquosos comparado aos métodos convencionais^[1].

O bioadsorvente proveniente da casca de banana apresenta grande potencial adsorvedor, tornando-se então uma solução sustentável, visando o tratamento de efluentes industriais^[1].

Num processo, sistema ou metodologia, como a bioadsorção para o tratamento de efluentes, é de interesse econômico e ambiental, que o mesmo possa ser executado com seus parâmetros de operação otimizados. Desta maneira, o presente trabalho utilizou a técnica estatística de planejamento experimental de Box-Behnken para modelagem e otimização do método de tratamento de efluentes aquosos contendo íons cobre por bioadsorção^[1,2].

2. Material e Métodos

Para os experimentos, foram preparados três tipos de bioadsorventes a partir da casca de banana: *in-natura*, quimicamente tratado e pirolisado. Para a produção do bioadsorvente *in-natura*, 900g de cascas de bananas foram lavadas com água destilada, cortadas e secas em estufa a 60°C. Após isso, as cascas foram cominuídas em um liquidificador doméstico à

partículas de 60 e 100 mesh. A farinha produzida *in-natura* foi dividida em três partes. Uma parte foi reservada *in-natura*, a outra foi quimicamente tratada com solução de NaOH (0,5 mol.L⁻¹), a 25°C, durante uma hora, e posteriormente neutralizada com água e seca à 60° C. A última parte da farinha foi pirolisada à temperatura de 600°C por duas horas.

Efluente simulado foi preparado com concentração de 40 mg.L⁻¹ de sulfato de cobre II anidro (98%). As concentrações residuais de íons Cu²⁺ de todas as soluções foram monitoradas pela espectrometria de absorção atômica.

Para a modelagem e otimização utilizou-se o planejamento experimental fatorial Box-Bennken com três fatores: massa de farinha, tempo e tipo de farinha. Todos os cálculos da análise estatística foram conduzidos no Software Statistica 7.0.

A Tabela 1 contém as variáveis de estudo e os respectivos níveis estabelecidos para os experimentos.

Tabela 1: Fatores e níveis de estudo

Níveis	Massa da farinha (mg)	Tempo de adsorção (min)	Tipode farinha
-1	30	30	<i>in-natura</i>
0	50	45	Tratada
1	70	60	Pirolisada

3. Resultados e Discussão

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
 Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Os resultados de porcentagens de adsorção de íons cobre em cada experimento de Box-Behnken são apresentados na Tabela 2:

Tabela 2: Matriz do Planejamento Box-Behnken e valores da variável dependente (resposta)

Experimentos	Massa da farinha (mg)	Tempo de adsorção (min)	Tipo de farinha	Porcentagem de Cu ²⁺ adsorvido (%)	Concentração final de Cu ²⁺ (mg.L ⁻¹)
1	30	30	Tratado	67,4	13,0
2	70	30	Tratado	94,8	2,1
3	30	60	Tratado	71,4	11,4
4	70	60	Tratado	94,5	2,2
5	30	45	<i>in-natura</i>	37,1	25,2
6	70	45	<i>in-natura</i>	46,9	21,2
7	30	45	Pirolisado	98,6	0,5
8	70	45	Pirolisado	97,6	1,0
9	50	30	<i>in-natura</i>	46,2	21,5
10	50	60	<i>in-natura</i>	49,6	20,5
11	50	30	Pirolisado	98,3	0,7
12	50	60	Pirolisado	98,6	0,6
13	50	45	Tratado	89,5	4,2
14	50	45	Tratado	86,4	5,4
15	50	45	Tratado	90,8	3,7

O efeito dos fatores experimentais (variáveis independentes) e de suas interações sobre a porcentagem de remoção de Cu²⁺ (resposta) que demonstraram p-value < 0,5 ou próximo deste valor, estão apresentados na Tabela 3 abaixo:

Tabela 3: Efeitos dos fatores experimentais

Variáveis	Efeitos	p-value
Média Global	75,08	0,000076
Massa de Farinha (x ₁)	14,82	0,011426
Massa de Farinha (x ₁ ²)	5,00	0,051148
Tipo de Farinha (x ₃)	53,33	0,000897
Tipo de Farinha (x ₃ ²)	13,85	0,007138

Dos três fatores estudados, apenas a massa e o tipo de farinha foram significativos em relação à porcentagem de Cu²⁺ adsorvido. A partir dos valores dos efeitos foi possível propor o modelo da metodologia de bioadsorção da Equação 1. O modelo pode ser

representado graficamente pela superfície de resposta da Figura 1.^[2]

$$y = 75,08 + 14,82x_1 + 53,33x_3 + 5,0x_1^2 + 13,85x_3^2 \quad (1)$$

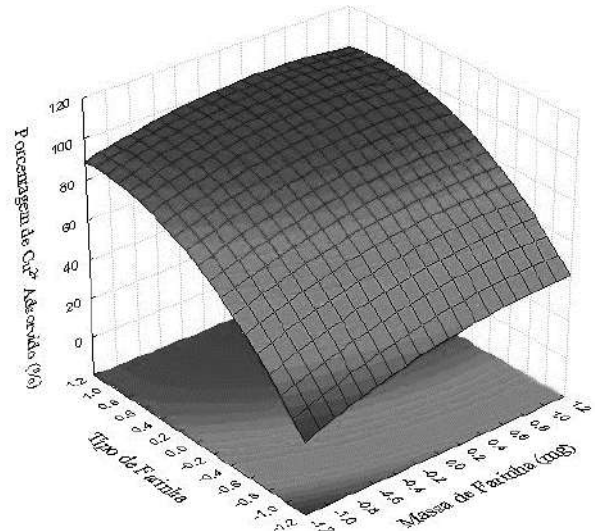


Figura 1: Superfície de resposta

4. Conclusões

O planejamento de experimentos Box-Behnken demonstrou ser uma excelente ferramenta matemática para modelar e otimizar processos de bioadsorção, fornecendo os parâmetros ótimos de operação ao analisar a superfície de resposta construída pelo modelo.

Pode ser verificado graficamente que a medida que vamos do nível baixo do tipo de farinha *in-natura*, passando pela quimicamente tratada, até a pirolisada, a resposta aumenta. Da mesma forma, a medida que vamos da menor massa de farinha, passando pelo nível central, para a maior massa, a resposta aumenta.

5. Referências Bibliográficas

[1] CHABUKDHARA, M.; NEMA, A. K. **Assessment of heavy metal contamination in Hindon River sediments: A chemometric and geochemical approach.** *Chemosphere*, v. 87, n. 8, p.945-953, 2012.

[2] MONTGOMERY, D. C. **Controle Estatístico da Qualidade** 7 ed. LTC. 2014.

6. Agradecimentos FAPEMIG e ao CNPQ, convênio SICONV 793988/2013 – Processo APQ-01626-14

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

OTIMIZAÇÃO DO PRÉ-TRATAMENTO ALCALINO DA CASCA DE CAFÉ VISANDO A OBTENÇÃO DE AÇÚCARES FERMENTESCÍVEIS

Durso¹, T. F. A.; Sarrouh¹, B.

¹Universidade Federal de São João Del-Rei/ Departamento de Química, Biotecnologia e Eng. de Bioprocessos

E-mail: thamires.durso@gmail.com

1. Introdução

A problemática relacionada à utilização e aos impactos ambientais causados pelos combustíveis fósseis acarretou uma crescente demanda de pesquisas por processos renováveis e sustentáveis como alternativa de fontes energéticas. Os resíduos provenientes da agroindústria são uma alternativa promissora devido à sua composição lignocelulósica e sua abundância no mundo.

Dentre os resíduos estudados no Brasil, tem-se a casca de café que, quando descartada inadequadamente no meio ambiente, esse subproduto pode causar contaminação tanto no solo quanto nos corpos hídricos. Devido a sua grande disponibilidade no território brasileiro, a casca de café tem se tornado um grande atrativo para diversos estudos biotecnológicos envolvendo a produção de bioetanol. Mas para produzir etanol de segunda geração através dos subprodutos agroindustriais, há necessidade de pré-tratamentos da biomassa lignocelulósica para aumentar a acessibilidade do complexo enzimático às microfibrilas de celulose. Sendo assim, o trabalho teve como objetivo avaliar a influência do pré-tratamento alcalino na casca de café para máxima obtenção de açúcares fermentescíveis.

2. Material e Métodos

As cascas “*in natura*” passaram pela etapa de limpeza, trituração e secagem em uma estufa até atingirem o teor de umidade de 10%. A etapa de pré-tratamento da casca de café

utilizando ácido sulfúrico diluído (10% p/p) por 10 minutos a 121 °C. Posteriormente, realizou-se a hidrólise alcalina através do planejamento fatorial 2² completo (Tabela 1). Para a determinação de fenóis totais utilizou-se o método de Folin-Ciocalteu (Ahn *et al.*, 2004; Singleton *et al.*, 1999).

Tabela 1- Especificação dos níveis das variáveis no planejamento experimental 2² para o pré-tratamento alcalino da casca de café

Variáveis	Níveis		
	(-1)	0	(+1)
Concentração de NaOH (%p/v)	0,5	2	3,5
Tempo (minutos)	30	45	60

A hidrólise enzimática foi realizada em condições fixas de teor de enzima (50 PFU/g de casca), temperatura (50 °C) e tempo (72 horas) para verificar a imprescindibilidade do pré-tratamento empregado. A quantificação de açúcares redutores foi realizada pela técnica de DNS (Maldonado, 2013).

3. Resultados e Discussão

Através do planejamento experimental realizado, verificou-se a influência do pré-tratamento alcalino na hidrólise enzimática para obtenção de açúcares fermentescíveis. Em relação a fenóis totais, a concentrações mínima e máxima obtidas foram 2,62 g/L e 4,53 g/L respectivamente, enquanto que as concentrações mínima e máxima obtidas para

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

açúcares redutores foram 14,11 g/L e 17,81 g/L. Os resultados demonstraram que, em níveis superiores de tempo (60 min.) e concentração de hidróxido de sódio (3,5 % p/v), obteve-se maior concentração de açúcares. Segundo Freitas (2016), a casca de café é composta por 24,53% de celulose em base seca, sendo assim, a máxima concentração de açúcares obtida foi considerada satisfatória.

Por meio das superfícies de respostas obtidas (Figura 1), pode-se observar que para ambas variáveis analisadas, a otimização do planejamento experimental ocorre em condições superiores de concentração de hidróxido de sódio.

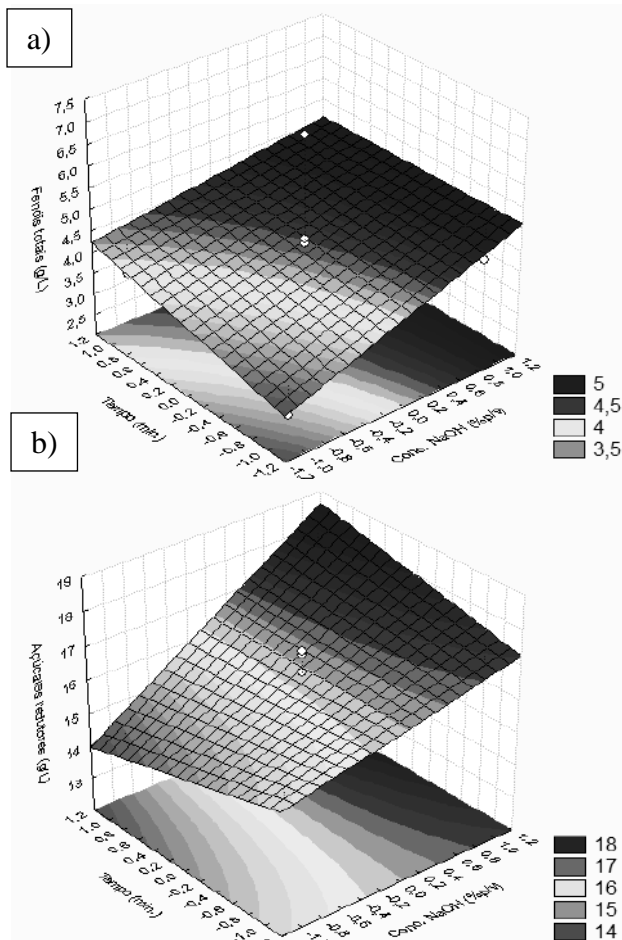


Figura 1: Superfícies de resposta avaliando as variáveis: concentração de hidróxido de sódio e tempo de reação para: a) obtenção de compostos fenólicos e b) obtenção de açúcares fermentescíveis.

Na análise de variância realizada, ao nível de 95% de confiança, apenas a concentração da base apresentou efeitos significativos tanto para a obtenção de fenóis ($p=0,022$) quanto para açúcares ($p=0,049$).

Os modelos estatísticos apresentaram coeficientes de determinação (R^2) de 76,6% para fenóis totais e 81,9% para açúcares fermentescíveis.

4. Conclusão

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que o pré-tratamento alcalino da casca de café é essencial para aumentar a eficiência na obtenção de açúcares pela hidrólise enzimática. Em condições otimizadas de tempo (60 min.) e concentração de hidróxido de sódio (3,5% p/v) obteve-se uma concentração máxima 17,81 g/L de açúcares fermentescíveis.

5. Referências bibliográficas

- Ahn, M .R.; Kumazawa, S.; Hamasaka, T.; Bang, K. S.; Nakayama, T. Antioxidant activity and constituents of propolis collected in various areas of Korea. **Journal Agric Food Chem.** v. 52, n. 4, p. 7286-92. 2004.
- Freitas, W. L. C. **Estudo da casca de café como matéria prima em processos fermentativos.** Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial). Universidade de São Paulo, Lorena, SP, 2016.
- Maldonado, I. R; Carvalho, P. G. B; Ferreira, N. A. Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método DNS. **EMBRAPA – Comunicado Técnico 85**, março, 2013.
- Singleton, V.L.; Orthofer, R.; Lamuela-Raventos, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Meth Enzymology.** 1999. 299:152-78. DOI: 10.1016/S0076-6879(99)99017-1.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de São João Del Rei pela oportunidade em realizar este trabalho, à FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL FATORIAL PARA OTIMIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO CORANTE ÍNDIGO CARMIM

Santos¹, E. F.; Rezende¹, L. C.O.; Sousa, P.J.M²; Costa³, D. A. S.; Urzedo¹, A.P.F.M.

¹Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Alto Paraopeba, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos/ Engenharia de Bioprocessos

²Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Alto Paraopeba, Departamento de Química/ Engenharia Química

³Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Química/ Doutorando em Química Inorgânica.

e-mail: manu.fernandes12@yahoo.com.br

1. Introdução

Nas últimas décadas, o fenômeno da contaminação ambiental alcançou proporções globais, principalmente em função da contínua emissão de inúmeros resíduos domésticos e industriais lançados no meio ambiente¹. Dentro do contexto da atividade industrial destacam-se as operações de tingimento de fibras têxteis, que são responsáveis pela geração de grandes volumes de resíduos líquidos, contendo elevada carga orgânica e forte coloração². Em função da usual resistência dos corantes têxteis frente a processos de natureza biológica e do caráter não destrutivo de muitas propostas de natureza física³, processos alternativos para tratamento destes efluentes tem sido investigados.

Neste contexto, este trabalho objetiva utilizar o composto carbonato fosfato de ferro ($\text{Na}_3\text{FeCO}_3\text{PO}_4$), como catalisador na reação tipo Fenton heterogêneo a fim de avaliar a degradação do corante índigo carmim e determinar através da utilização de um planejamento experimental quais variáveis influenciam a eficiência da reação proposta.

2. Material e Métodos

O planejamento experimental elaborado contou com 11 experimentos. As variáveis analisadas foram a massa de catalisador e a concentração de H_2O_2 . A concentração inicial da solução de corante foi igual a 40 mg.L^{-1} e o tempo de reação investigado foi de 1 hora. O

pH da solução não foi alterado para a realização das reações. O planejamento experimental foi realizado nas condições da tabela 1.

Tabela 1: Condições utilizadas nas reações do planejamento experimental.

Níveis	-1,41	-1	0	1	+1,41
Massa de catalisador (mg)	10	16	31	46	52
$[\text{H}_2\text{O}_2]$ (mol L^{-1})	0	0,06	0,21	0,36	0,42

A degradação do corante foi analisada por espectrofotometria na região do visível, no comprimento de onda de 610 nm, em que ocorre o máximo de absorção, para o corante índigo carmim. As reações que foram propostas estão representadas na tabela 2.

Para o preparo de cada experimento, pesou-se em um béquer a massa de catalisador segundo o nível especificado. A este béquer foram adicionados 19 mL da solução de corante e 1 mL da solução de peróxido de hidrogênio, de acordo com concentração indicada no planejamento. Os 20 mL de solução ficaram sob agitação em um agitador magnético por 1 hora. Para os experimentos em que não adicionou-se H_2O_2 , 20 mL de solução de corante foram utilizados.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
 Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Tabela 2: Reações propostas no planejamento fatorial realizado.

Experimento	H ₂ O ₂ (nível)	Massa de catalisador (nível)
1	-1	-1
2	-1	1
3	1	-1
4	1	1
5	-1,41	0
6	1,41	0
7	0	-1,41
8	0	1,41
9 (C)	0	0
10 (C)	0	0
11 (C)	0	0

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para os experimentos do planejamento experimental estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Resultados do planejamento experimental para Na₃FeCO₃PO₄ com índigo carmim.

Experimentos	%degradação
1	9,208899876
2	11,06304079
3	67,84810127
4	41,20253165
5	2,657601978
6	43,03797468
7	52,1013597
8	25,21631644
9 (C)	39,67861557
10 (C)	23,9802225
11(C)	31,02595797

Analisando-se os dados da tabela 3, observou-se que a taxa máxima de degradação para o corante índigo carmim utilizando o catalisador Na₃FeCO₃PO₄ foi de 67%. Além disso, 72% dos experimentos degradaram mais de 20% da solução do corante.

Os resultados obtidos a partir do planejamento experimental foram analisados utilizando-se o *software Statistica*. A análise realizada permitiu concluir que o experimento foi estatisticamente significativo. A concentração de peróxido e a massa de catalisador foram significativas, com nível de confiança de 95% como mostrado no gráfico de Pareto (figura 1). A concentração de

H₂O₂ mostrou efeitos positivos (+1) e a massa de catalisador, efeitos negativos (-1) sobre o sistema.

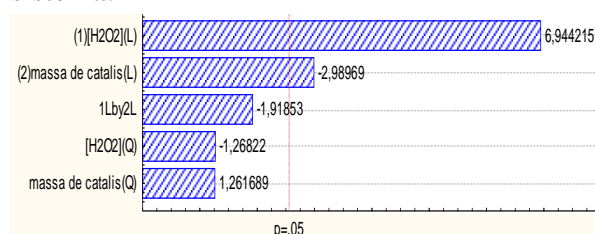


Figura 1. Gráfico de Pareto das variáveis estudadas no processo de degradação do índigo carmim

4. Conclusões

Os resultados alcançados com o planejamento experimental demonstraram que o processo Fenton heterogêneo proposto, utilizando o carbonato fosfato de ferro como catalisador da reação, foi eficaz para degradação do corante índigo carmim. A análise estatística realizada possibilitou avaliar as variáveis que influenciaram a reação proposta, sendo possível concluir que a massa de catalisador utilizada e a concentração de peróxido de hidrogênio estão diretamente relacionadas com a eficácia do processo e a obtenção de melhores taxas de degradação.

Para a degradação do corante índigo carmim proposta, os melhores percentuais foram obtidos quando se utilizou menores massas de Na₃FeCO₃PO₄ e maiores concentrações do peróxido.

5. Referências Bibliográficas

1. Salvador, T.; Marcolino Junior, L. H.; Peralta-Zamora, P. Degradação de corantes têxteis e remediação de resíduos de tingimento por processos fenton, foto-fenton e eletro-fenton. **Quim. Nova**, Curitiba, v. 35, n. 5, p.932-938, nov. 2011.
2. Khouni, I.; Marrot, B.; Moulin, P.; Amar, R. B.; **Desalination** 2011, 268, 27.
3. Rauf, M. A.; Salman Ashraf, S.; **Chem. Eng. J.** 2009, 151, 1.

6. Agradecimentos

FAPEMIG e ao CNPQ, convênio SICONV 793988/2013 – Processo APQ-01626-14



I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

QUANTIFICAÇÃO DE MOLÉCULAS BIOATIVAS OBTIDAS A PARTIR DA LIGNINA DA CASCA DE CAFÉ

Domingues¹, S. C. e Sarrouh¹, B.

¹ Universidade Federal de São João Del Rey, Programa De Pós-Graduação em Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável (PPGTDS)

E-mail:
stephanie_calazans@hotmail.com

1. Introdução

O Brasil é o principal produtor de café do mundo com uma produção de 50 milhões de sacas no ano 2016, o Estado de Minas Gerais responde a 50% desse total (CONAB, 2016). No preparo do café o subproduto gerado é a casca, cujo rendimento pode atingir 50% do peso da colheita. Devido à concentração de componentes tóxicos em sua composição, a casca ainda não possui utilização definida apesar de ser constituída por várias biomoléculas que podem ser utilizadas como substratos em diferentes bioprocessos (Soccol, 2002). Segundo Ramírez-Coronel et al. (2004) as principais classes de fenóis encontradas em subprodutos do café Arábica são os polifenóis, ácidos hidroxicinâmicos, flavonóides e antocianidinas. Portanto, os resíduos provenientes do beneficiamento do café poderão apresentar um potencial promissor como fonte de insumos e produtos fitoquímicos para diferentes indústrias. Os agentes antioxidantes ocupam um lugar de destaque dentro da indústria farmacêutica, sendo importante a realização de pesquisa sistematizada desses compostos e de sua capacidade de neutralizar agentes nocivos a sistemas biológicos, como por exemplo, os radicais livres. As plantas possuem uma larga variedade de moléculas capturadoras de radicais livres, como flavonóides, antocianinas, taninos, carotenóides e vitaminas (Choi et al., 2002). A crescente preocupação com os problemas ambientais tem levado a um aumento do interesse sobre a destinação dos resíduos

agroindustriais. Sendo assim, mais atenção tem se dado a produção e caracterização de antioxidantes naturais e de fontes renováveis, que podem servir como uma medicina preventiva para proteger o organismo humano contra os radicais livres e retardar o progresso de muitas doenças crônicas (Krishnaiah et al., 2011).

2. Material e métodos

Para quantificação dos fenólicos totais nos hidrolisados da lignina da casca de café foi utilizado o método Folin-Ciocalteu. Os hidrolisados foram diluídos em balões volumétricos de 250 mL. Destas diluições, 3,2 mL foram misturados com 200µL de reagente Folin-Ciocalteu 2N por 5 min e, em seguida, adicionado 600µL da solução de carbonato de sódio. As soluções foram incubadas por 30 minutos. Após o tempo de incubação, as absorbâncias foram medidas a 760nm. O conteúdo total de flavonoides totais foi determinado usando o método de Dowd adaptado (Arvouet-Grand et al., 1994). Foram misturados 500 µL de cloreto de alumínio (AlCl₃) a 2% em metanol com 500 µL da solução de amostra (total de 100 µL de hidrolisado para 50 mL de água destilada). Quanto à absorbância, foi lida a 425 nm após dez minutos.

3. Resultados e discussão

As concentrações dos compostos fenólicos totais foram calculadas utilizando uma curva analítica de ácido gálico previamente construída



I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

como mostrado na Figura 1. O conteúdo totais de fenóis foi expresso em mg equivalente de ácido gálico por g de casca de café. A quantificação de fenóis totais foi realizada pela técnica Folin-Ciocalteu conforme descrito na metodologia experimental. Os resultados obtidos nos ensaios de deslignificação realizados estão representados na Tabela 1.

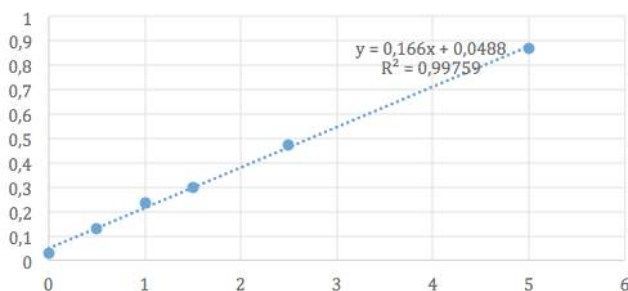


Figura 1- Curva padrão de ácido gálico em mg/L.

Tabela 1: Quantificação de Fenóis Totais

Amostras	Fenóis Totais (mg/L)	Fenóis Totais (%)
A	3225,5	3,23
B	4742,17	4,74

O conteúdo total de flavonoides totais foi determinado usando o método de Dowd adaptado (Arvouet-Grand et al., 1994), utilizou-se a curva analítica de quercetina como mostrado na Figura 2. Os resultados obtidos nos ensaios realizados estão representados na Tabela 2. O conteúdo total de flavonoides foi expresso como mg de equivalentes de quercetina por mL de hidrolisado.

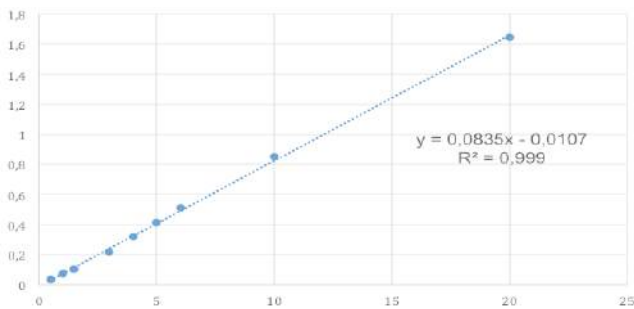


Figura 2–Curva de padrão de quercetina µg/mL.

Tabela 2 – Quantificação de Flavonóides

Amostras	Flavonóides (mg/L)	Flavonóides (%)
A	900,40	0,9
B	1237,92	1,24

Segundo SILVA et al. (2006), os teores de fenóis podem variar entre 2,93 a 8,13%. Segundo SILVA et al. (2006); SOUZA et al. (2007) os teores de Flavonóides podem variar entre 0,05 e 2,11%.

4. Conclusões

Conclui-se que as análises realizadas revelaram que a casca de café, como subproduto agroindustrial abundante no Brasil, possui um potencial promissor na obtenção de compostos bioativos de interesse industrial.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem o CNPq e a FAPEMIG pelo auxílio financeiro.

6. Referências bibliográficas

- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. <<http://www.conab.gov.br/>>. Acessado em 2016.
- RAMÍREZ-CORONEL, M. A.; MARNET, M.; KOLLI, V. S. K.; ROUSSOS, S.; GUYOT, S. & AUGUR, C. Characterization and estimation of proanthocyanidins and other phenolics in coffee pulp (Coffe arabica) by thiolysis-high-performance liquid chromatography. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. V. 52, p. 1344-1349. 2004.
- SOCOL, C. R. Resíduo de Café: Um substrato promissor para a produção industrial de bioprodutos com alto valor agregado. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2002. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/10820/19>>. Acesso em 25 out 2014.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

REAPROVEITAMENTO DO RESÍDUO AGRÍCOLA CASCA DE AMENDOIM NA PREPARAÇÃO DE BIOADSORVENTE

Cabral¹, P. H. T. D; Lofrano², R. C. Z.

¹ Universidade Federal de Minas Gerais, Pós Graduando em Estatística Aplicada

² Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Engenharia Química/UFSJ/DEQUI

E-mail: pedro_eng.quimica@hotmail.com

1. Introdução

Nos últimos anos houve um vertiginoso crescimento da indústria de alimentos processados e em consequência disso, uma elevada geração de resíduos. Dessa forma, há uma preocupação cada vez maior em encontrar soluções para reaproveitar estes resíduos, visando-se diminuir seus danos ambientais. No Brasil, a indústria alimentícia gera em torno de 88 mil toneladas/ano de casca de amendoim como resíduo. O presente trabalho propõe investigar a casca de amendoim como bioadsorvente. Tal uso se justifica em função do mesmo ser um material basicamente lignocelulósico (Tabela 1) e, assim, espera-se que apresente características de adsorventes.^[1]

Tabela 1- Composição da casca de amendoim.

Componentes	Teor (% <i>in-natura</i>)
Hemicelulose	5,80
Celulose	45,86
Lignina	37,31

2. Material e Métodos

Após etapas de limpeza, secagem, mercerização e peneiramento foi obtido um pó da casca de amendoim com partículas cuja granulometria variou entre 24 e 35 mesh. Uma parte desse pó foi submetido a um tratamento químico com hidróxido de sódio (1,25mol.L⁻¹, Quimidrol) e posterior tratamento à 120°C com ácido acético (1,2mil.L⁻¹, Quimidrol). Os materiais, com e sem tratamentos, foram analisados por espectroscopia na região do infravermelho por transformada de Fourier

(FTIR) (1760X, Perkin-Elmer), e por microscopia eletrônica de varredura (MEV) (JEOL JSM - 6360LV).

O modelo de adsorção foi analisado para ambos os bioadsorventes com experimentos de adsorção em diferentes concentrações de efluentes simulados (10,0; 14,0; 20,0; 50,0; 100,0; 200,0; 300,0; 400,0; 500,0 e 600,0 mg.L⁻¹) a partir da diluição de uma solução estoque de azocorante azul de metileno (1g.L⁻¹, Quimidrol). Os modelos utilizados foram os de Langmuir (Eq. 1) e de Freundlich (Eq. 2).^[2]

$$Q_e = \frac{q_{\text{máx}} \times b \times C_e}{1 + b \times C_e} \quad (1)$$

$$Q_e = k_f \times C_e^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

Em que:

Q_e = quantidade adsorvida no equilíbrio por unidade de massa do adsorvente (mg/g);

$Q_{\text{máx}}$ = capacidade máxima de adsorção (mg.g⁻¹ de adsorvente);

b = constante de equilíbrio de adsorção (L solução.mg⁻¹);

K_f = constante de Freundlich (mg ^{$\frac{1}{n}$} kg⁻¹L ^{$\frac{1}{n}$});

C_e = concentração de adsorvato na fase líquida, no equilíbrio (mg/L de solução);

n = constante de intensidade de adsorção.

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos nas análises de FTIR evidenciaram a presença da estrutura da

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

celulose nos dois bioadsorventes estudados. E a diminuição nas bandas em 1047 e 1004 cm^{-1} verificada no espectro do bioadsorvente tratado, quando comparado ao não tratado, tanto pode indicar uma quebra da estrutura polimérica da celulose, com a diminuição das ligações β 1-4 entre os carboidratos, quanto a eliminação de outros componentes presentes originalmente na casca, como lipídeos, fibras, carboidratos, entre outros. Uma diminuição nessas bandas demonstra que o tratamento ao qual o material foi submetido promove uma redução neste tipo de interação entre as diferentes frações (fibras) de celulose, tornando a estrutura fibrosa do material mais disponível, tornando-a mais acessível. Os resultados do tratamento químico também puderam ser verificados pelas análises de MEV, e foi possível observar que o bioadsorvente tratado (Figura 1(b)) apresentou morfologia mais rugosa, irregular e fragmentada que o bioadsorvente não tratado (Figura 1(a)).

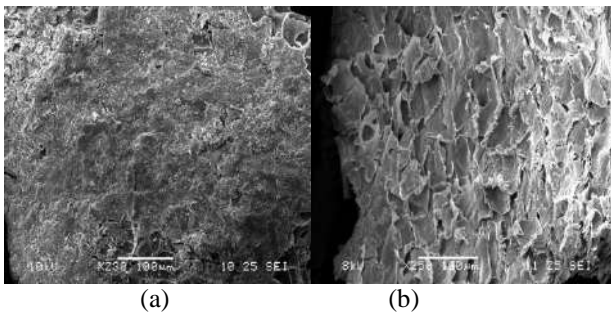


Figura 1 – Imagens de MEV da estrutura superficial dos bioadsorventes sem tratamento (a) e tratado (b).

Pode-se dizer então que o tratamento químico ao qual foi submetido o bioadsorvente altera perceptivelmente tanto a estrutura química quanto a sua morfologia superficial. Portanto, espera-se que esta alteração tenha efeitos no processo de adsorção quando do uso desse bioadsorvente.

A partir dos experimentos de adsorção foram construídas as isotermas de equilíbrio (Figura 2) para ambos os bioadsorventes.

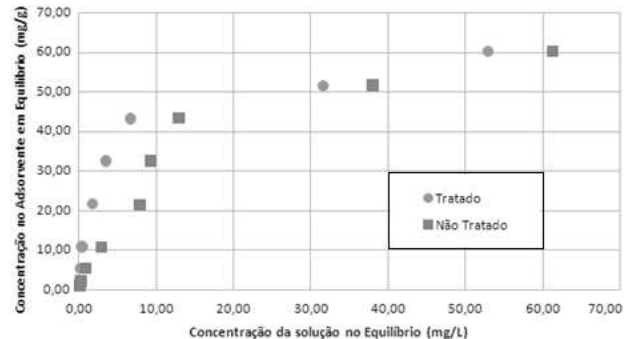


Figura 2 – Isotermas de equilíbrio para as casca tratada e não tratada.

As isotermas foram utilizadas para ajustar os modelos de adsorção. O ajuste dos dados do bioadsorvente tratado ao modelo de Langmuir apresentou $R^2 = 0,99$, característico da adsorção em monocamadas e em superfícies homogêneas. Já o bioadsorvente sem tratamento se ajustou melhor ao modelo de Freundlich, apresentando $R^2 = 0,98$, característico da adsorção em multicamadas e em superfícies heterogêneas.

4. Conclusões

A produção de bioadsorventes a partir de resíduos, como a casca de amendoim, mostrou-se bem sucedida, apresentando resultados satisfatórios em ambos adsorventes ($Q_{\text{max}} = 60 \text{ mg.g}^{-1}$). Os dados demonstraram que a adsorção do azocorante foi favorável em ambas os bioadsorventes, mas o não tratado mostrou-se ligeiramente mais eficiente ao analisar a inclinação das isotermas (Figura 2), o que corrobora as observações feitas pelas análises de MEV e FTIR.

5. Referências Bibliográficas

- [1] HOFSETZ, K.; SILVA, M. A. **Brazilian sugarcane bagasse: Energy and non-energy consumption.** Biomass and Bioenergy, v. 46, p. 564–573, nov. 2012.
- [2] ALVES, F. C.; **Estudo dos processos de adsorção utilizando argilas como adsorventes para remoção do corante verde malaquita.** UFL. Lavras, 2013.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

REMOÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM FOTOBIOREATORES ABERTOS ILUMINADOS POR LEDs

Oliveira¹, R. G.; Vassoler¹, F.; Amaral², L. P.; Reis², M. A.; Santiago³. A. F.

¹ Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

² Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Departamento de Engenharia Ambiental/ Engenharia Ambiental.

³ Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Departamento de Engenharia Civil..

E-mail: raqgoliveira@gmail.com

1. Introdução

No Brasil, a maior parte dos efluentes domésticos, industriais e agrícolas são lançados sem tratamento prévio nos cursos d'água. Segundo um estudo do Trata Brasil sobre saneamento, em 2015 somente 39% dos efluentes domésticos foram tratados¹.

Dos métodos de tratamento de efluentes, o tratamento biológico em fotobiorreatores vem atraindo um interesse crescente como alternativa sustentável, devido a elevada produção de biomassa algal, tratada como um produto de valor agregado, e conhecido pelo potencial para produção de biocombustíveis².

Em fotobiorreatores abertos, o tratamento de efluentes ocorre devido a interação ecológica entre microalgas e bactérias. Para crescer, as microalgas realizam fotossíntese, consomem nitrogênio e fósforo do efluente e produzem oxigênio. Este oxigênio é consumido pelas bactérias heterotróficas para estabilizar a matéria orgânica presente no efluente e produzir gás carbônico que, por sua vez, é consumido pelas microalgas³.

Embora a luz solar seja uma fonte de energia gratuita, diodos emissores de luz (LEDs) atendem a demanda da fotossíntese. Os LEDs são livres de mercúrio, fornecem melhor regulação da intensidade ao longo do tempo, apresentam flexibilidade de seleção do comprimento de onda e intensidade ideal para

as microalgas². O presente trabalho visa analisar o crescimento de microalgas e a sua capacidade de remoção de matéria orgânica em fotobiorreatores abertos, iluminados por LEDs, em diferentes comprimentos de onda.

2. Material e Métodos

No experimento foi utilizado efluente sintético elaborado de acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico⁴. Para o inóculo, uma amostra de microalgas foi coletada na UFOP, em um tanque utilizado para criação de tilápias, e cultivada em efluente sintético sobre fita LED branca com fluxo luminoso de $144 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ($1 \text{ E} = 1 \text{ mol de fótons}$). Para a realização dos experimentos foram montados 2 fotobiorreatores abertos, simulando o funcionamento de lagoas de alta taxa (LATs), com volume útil de 20 L e operando em regime semi-contínuo. Alterações na operação das LATs foram realizadas, sendo que o sistema operou em regime batelada do 13° ao 21° dia visando crescimento da biomassa algal. O efluente sintético foi adicionado ao sistema por uma bomba peristáltica, com vazão de $3,5$ a $7,0 \text{ mL min}^{-1}$, para a LAT1, sobre fita LED azul com $115 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e, posteriormente, para a LAT2, sobre fita LED vermelha de $31 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$, conforme Figura 1. Os parâmetros avaliados e os métodos

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

utilizados para as análises estão expostos na Tabela 1.

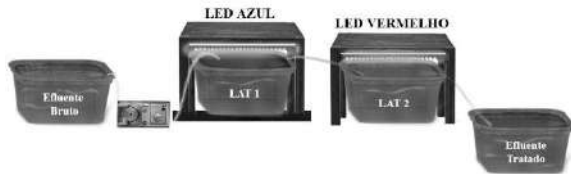


Figura 1 – Configuração do sistema de tratamento.

Tabela 1- Métodos Utilizados

Variável	Métodos
Oxigênio Dissolvido (OD) e Temperatura	Medidor portátil Hach HQ40d. Eletrodo LDO 101
pH	pHmetro Digimed
Clorofila <i>a</i>	Norma Holandesa ⁵
DQO	APHA 2012 ⁶
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	APHA 2012 ⁶

3. Resultados e Discussão

Observa-se na Figura 2 que a maior remoção da demanda química de oxigênio (DQO) ocorreu no 42º dia, com 90,4% na LAT2 e 89,3% na LAT1. A remoção de DQO foi eficiente nas LATs e os resultados foram similares aos encontrados por outros autores⁷ ainda que com diferentes modos de operação.

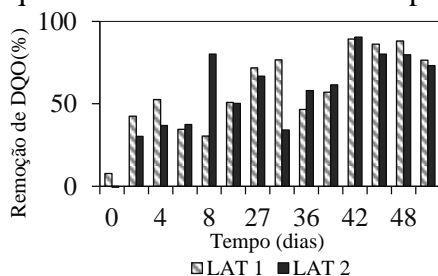


Figura 2 – Remoção de DQO nas LATs

A partir do 8º dia os valores de clorofila a LAT1 foram superiores a LAT2, atingindo um valor de 5,67 mg L⁻¹ no 51º dia. Os maiores valores de SSV foram de 233 mg L⁻¹ na LAT1 e de 166 mg L⁻¹ na LAT2. As maiores concentrações de OD foram observadas na LAT2, uma vez que recebe o efluente da LAT1 com menor carga orgânica. Os valores de temperatura mantiveram-se entre 25 e

30°C, no intervalo de crescimento ótimo. O pH variou entre 5 e 9 durante todo o experimento.

4. Conclusões

Nas condições deste estudo foi possível obter uma elevada remoção de DQO do efluente tratado, sendo 90,4% de remoção. A produção de biomassa algal avaliada por meio de SSV e clorofila *a* apresentou valores de produção baixos em comparação com a literatura.

5. Referências Bibliográficas

- [1] ESTUDO TRATA BRASIL. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2015>. Acesso em 20 de junho de 2017.
- [2] SCHULZE, P. S. C. et al. Light emitting diodes (LEDs) applied to microalgal production. **Trends in Biotechnology**, v. 32, n. 8, p. 422–430, 2014.
- [3] GODOS, I. et al. Long-term operation of high rate algal ponds for the bioremediation of piggyery wastewaters at high loading rates. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 19, p. 4332–4339, 2009.
- [4] OEDC (1996). Guidelines for testing of chemicals simulation teste-Aerobic sewage treatment, Technical Report, Paris, 50pp.
- [5] NUSH, (NEN 6520) (1981). Norma holandesa sobre determinação de clorofila a pelo método do etanol. 4 pp.
- [6] APHA (2012) Standard Methods for examination of water and wastewater, 22a ed, Washington: American Water Work Association, Water Environmental Federation, 1496 pp.
- [7] SILVA, L. M. L. et al. Tratamento de efluentes em fotobiorreatores iluminados por diodos emissores de luz (LEDs) de baixa intensidade luminosa. **Revista AIDIS.**, v. 10, n. 1, p. 87–103, 2017.

Agradecimentos: FAPEMIG, CNPq, Fundação Gorceix.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

TESTE CINÉTICO DA REAÇÃO ENTRE HIDRÓXIDO DE COBALTO E GLIFOSATO PARA APLICAÇÃO EM SENSORES

Silva¹, C. R.; Neri¹, L. C. M.; Bianchi², R. F e Santos¹, I. J. B.

¹ Universidade Federal de São João del Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos, Ouro Branco, MG, Brasil

² Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Física do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Ouro Preto, MG, Brasil

E-mail: igorboggione@ufs.edu.br

1. Introdução

Atualmente, o herbicida a base de glifosato está entre os principais pesticidas utilizados na agricultura brasileira e mundial¹. A exposição do homem e do meio ambiente ao glifosato tem sido alvo de diversos estudos. No ambiente o comportamento desse herbicida é complexo, entretanto, sabe-se que ele possui alto potencial de atingir o solo e as águas, principalmente devido às intempéries que proporcionam percolação, lixiviação e erosão². O uso exacerbado e sem fiscalização do glifosato é responsável por danos na saúde do agricultor e consumidor, bem como danos ao meio ambiente¹. Um estudo realizado em 2012 identificou resíduos de glifosato na urina de 88,6% dos trabalhadores/professores urbanos e rurais de Lucas do Rio Verde – MT³. Diante disso, é urgente e necessária a busca por tecnologias que permitam a determinação e identificação de agrotóxicos em alimentos, água e ambiente, portanto, objetivou-se com esta pesquisa, analisar a interação entre o glifosato e hidróxidos de cobalto 2 e 3 para posterior aplicação em sensores.

2. Material e Métodos

Em todos os experimentos, foram utilizados reagentes de grau analítico sem purificação adicional e água destilada. Utilizou-se o agrotóxico glifosato conhecido comercialmente pelo nome *Round Up*, proveniente da indústria Monsanto, para a

preparação de duas soluções de glifosato, através da mistura de 5,0 mL do agrotóxico em 50 mL de água destilada.

Sintetizou-se, através de metodologia adaptada de Heineke, *et al.* (1994), os compostos denominados Hidróxido de Cobalto 2 (verde) e 3 (marrom), de fórmulas químicas $\text{Co}(\text{OH})_2$ e $\text{Co}(\text{OH})_3$, respectivamente, através da preparação de uma solução contendo 0,595 g de Cloreto de Cobalto Hexahidratado ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) diluído em 30mL de água destilada, onde em seguida, foi adicionado Hidróxido de Sódio (NaOH) 1M até a obtenção de um pH próximo a 8,5. A solução foi centrifugada e, posteriormente, seca em estufa a 60°C. O sólido seco produzido foi macerado e mantido à temperatura ambiente. Para a obtenção de $\text{Co}(\text{OH})_3$, além dos reagente supracitados, foi adicionado 0,1 mL de Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2) 30%, após o ajuste de pH em 8,5.

Para a execução do teste cinético, 0,1 g de ambos os Hidróxidos de Cobalto foram adicionados às soluções de glifosato, que foram colocadas sob agitação. A cada 5 min, durante um período de 45 min e considerando o tempo inicial em 0, alíquotas da solução foram coletadas, para posterior análise no espectrofotômetro UV-Vísivel em comprimento de onda de 525nm, a fim de identificar as alterações colorimétricas em função do tempo de reação. Os dados foram tratados no software Microsoft Excel 2010.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

3. Resultados e Discussão

O Gráfico 1 apresenta a absorbância detectada em função do tempo de reação, após a mistura dos Hidróxidos de Cobalto 2 e 3, às duas soluções contendo glifosato.

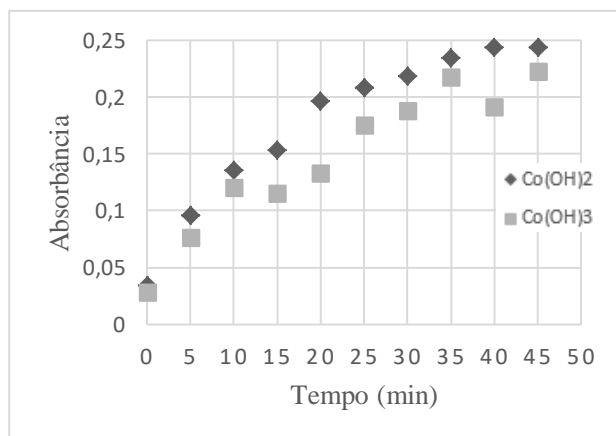


Gráfico 1 – Absorbância à 525nm em função do tempo de reação.

Por meio das duas curvas, pode-se verificar que uma maior absorbância foi obtida, em um mesmo tempo, pela reação da solução de glifosato com o Co(OH)_2 , o que foi comprovado, visualmente, pela maior intensidade da coloração rósea na reação envolvendo este Hidróxido. Além disso, decorridos os 45 min de reação, notou-se que o Co(OH)_2 havia reagido por completo, ao passo que ainda restavam partículas sólidas de Co(OH)_3 na solução.

Por conseguinte, utilizou-se o Método Integral para verificar qual a ordem da reação. Plotando-se os gráficos de absorbância, logaritmo neperiano da razão entre as absorbâncias e a absorbância inicial e o inverso das absorbâncias, todos em função do tempo, verificou-se que a reação entre a solução de glifosato e os Hidróxidos de Cobalto (2) e (3) é da ordem zero, pois no gráfico de absorbância em função do tempo o R^2 foi de 0,9131, ao passo que nos gráficos do logaritmo neperiano e do inverso da

absorbância, os R^2 foram, respectivamente, 0,7502 e 0,5074.

4. Considerações finais

Assim, verifica-se que os precipitados de Hidróxido de Cobalto (2) e (3) constituem um excelente método de detecção de glifosato, sendo uma alternativa aos métodos analíticos, que são desvantajosos devido à dificuldade na preparação de amostras complexas, além de instrumentação dispendiosa e complicada.

Ademais, a partir dos dados obtidos pode-se dizer que a reação ocorrida entre os Hidróxidos de Cobalto e a solução de glifosato é mais eficaz para Co(OH)_2 , apresentando maiores absorbâncias, ou seja, uma maior alteração colorimétrica em um menor tempo.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEMIG e CNPq pelo apoio financeiro.

6. Referências

- MATTOS, R. A. **Estudo das interações do herbicida glifosato com argila natural brasileira mono iônica**. 2008. 83 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química. Campinas, São Paulo, 2008.
- AGROTÓXICOS. In: Brasil - Ministério do Meio Ambiente - MMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/agrotoxicos>>. Acesso: 31 maio 2017.
- Moreira, J.C.; Peres, F.; Pignati, W.A.; Dores, E.F.G.C. **Avaliação do risco à saúde humana decorrente do uso de agrotóxicos na agricultura e pecuária na região Centro-Oeste do Brasil**. Relatório de pesquisa. Brasília; 2010. CNPq 555193/2006-3.
- Heineke, D.; Franklin, S.J.; Raymond, K.N. *Coordination Chemistry of Glyphosate: Structural and Spectroscopic Characterization of Bis(glyphosate)metal(III) Complexes*. **Inorganic Chemistry**, Berkeley, Califórnia n 33, p. 2413-2421, 1994.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

USO DE BIOADSORVENTE PROVENIENTE DA CASA DE AMENDOIM VISANDO-SE O TRATAMENTO DE EFLUENTES TÊXTEIS

Cabral¹, P. H. T. D.; Lofrano², R. C. Z.

¹ Universidade Federal de Minas Gerais, Pós Graduando em Estatística Aplicada

² Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Engenharia Química- UFSJ/DEQUI

E-mail: pedro_eng.quimica@hotmail.com

1. Introdução

Há uma grande preocupação social em relação à contaminação dos recursos hídricos, causada principalmente pelo elevado crescimento populacional e atividades industriais. Essas geram efluentes que quando não tratados corretamente, podem causar sérios danos ambientais. ^[1]

A contaminação de ambientes aquáticos por corantes provenientes processos empregados em indústrias têxteis é bastante preocupante, pois, ocorrem ainda com frequência. E além de não serem biodegradáveis, esses contaminantes são altamente tóxicos e bioacumulativos, como é o caso do azocorante azul de metileno (Figura 1). ^[1]

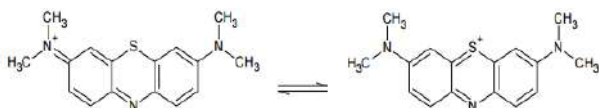


Figura 1 – Estrutura do azocorante azul de metileno.

Os métodos tradicionais físicos e químicos de tratamentos de efluentes muitas vezes, apresentam custo elevado e, em geral, produzem novos resíduos, que em alguns casos não possuem potencial de reaproveitamento. ^[1]

Dessa forma, a busca por processos alternativos e eficientes, de baixo custo, e que simultaneamente, gerem minimizem a geração de resíduos torna-se relevante. Um desses métodos é a adsorção, em especial a

biossorção, que tem como vantagens a baixa geração de resíduos, a recuperação das espécies adsorvidas e a possibilidade de reutilização de adsorventes. ^[1]

A biossorção tem sido amplamente reconhecida pelo emprego da biomassa como adsorventes naturais. Além disso, a biomassa possui vantagens de ser renovável, de baixo custo e geralmente abundante, por ser um rejeito do setor agroindustrial. ^[1]

Assim, diante da necessidade do desenvolvimento de alternativas sustentáveis para o tratamento de efluentes, aliado à potencialidade dos adsorventes provenientes dos resíduos agroindustriais, o atual trabalho tem como objetivo analisar o pó de casca de amendoim *in natura* e quimicamente tratado para aplicação no tratamento de efluentes estudando seu efeito em sistemas aquosos simulados contendo azocorante azul de metileno, um efluente produzido em larga escala pela indústria têxtil.

2. Material e Métodos

Para a produção do pó *in natura*, cascas de amendoim foram lavadas, secas e posteriormente cominuídas em partículas entre 24 e 35 mesh. ^[2]

Parte do pó *in natura* foi reservado para os experimentos de adsorção e 50g desta amostra foi tratada com solução de NaOH (1,25 mol.L⁻¹, Quimidrol). A amostra foi então lavada até a sua neutralização (pH = 7) e tratada com ácido acético (1,2 mol.L⁻¹, Quimidrol) a 120° C.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Após o tratamento ácido, a casca de amendoim foi lavada com água destilada e seca a 55 °C durante 24 h.^[2]

Os experimentos de adsorção foram realizados em béqueres adicionando 0,5 g do bioadsorvente e 50 mL de solução de azocorante azul de metileno (efluente simulado). O experimento foi agitado manualmente de início e, após ser homogeneizado, mantido por 24 horas. As concentrações estudadas foram: 10,0; 14,0; 20,0; 50,0; 100,0; 200,0; 300,0; 400,0; 500,0 e 600,0 mg.L⁻¹. Esse procedimento foi adotado para ambos os bioadsorventes, num total de 20 experimentos.

Após o processo de adsorção, alíquota da fase líquida de cada experimento foi centrifugada e analisada em espectrofotômetro (SP-2000) na faixa visível no comprimento de onda de 645 nm. Com os dados de concentração no equilíbrio, foi possível calcular a eficiência de remoção conforme a equação abaixo:

$$\text{Eficiência de Remoção} = \frac{C_i - C_e}{C_i} \times 100\% \quad (1)$$

Em que:

C_i = concentração inicial de azocorante (mg.L⁻¹);

C_e = concentração de azocorante no equilíbrio (mg.L⁻¹).

3. Resultados e Discussão

A partir dos dados experimentais, foi possível montar o gráfico da Figura 1 para a Concentração de solução Inicial (mg/L) versus Eficiência de Remoção, para os dois materiais produzidos.

A Resolução CONAMA n° 20, de 18/06 /1986, estabelece que a concentração máxima permitida de azocorante azul de metileno em um corpo d'água é de 0,5 mg.L⁻¹. A partir dos dados experimentais, tem-se que o bioadsorvente sem tratamento conseguiu remover o azocorante, de forma a atender a legislação vigente, de soluções com

concentração inicial de até 20 mg.L⁻¹, alcançando uma eficiência de remoção de 98,8% ($C_e = 0,24 \text{ g.L}^{-1}$). Para o bioadsorvente tratada, esta concentração aumenta para 100 mg/L, alcançando uma eficiência de 99,6% ($C_e = 0,38 \text{ g.L}^{-1}$) ou seja, a casca tratada é capaz de remover o azocorante de efluentes simulados até 5 vezes mais concentrados.

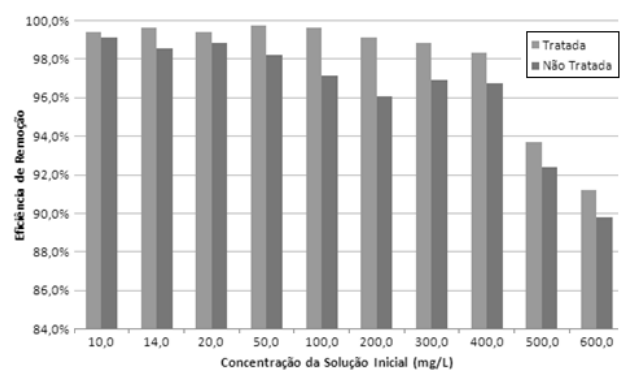


Figura 1 – Gráfico de eficiência de remoção do azocorante para ambos os bioadsorventes estudados.

4. Conclusões

A utilização de bioadsorventes a partir de resíduos, como a casca do amendoim, mostrou-se possível e eficaz, apresentando resultados satisfatórios. Mostrou-se como possível destino a tais resíduos, além de ser considerada uma opção de baixo custo para a remoção do azocorante azul de metileno presente em efluentes da indústria têxtil. Tal Pesquisa é de extrema importância ambiental, tendo em vista que reaproveita um rejeito de determinada origem industrial para tratar o de outra, completamente diferente, sanando assim no mínimo dois problemas ambientais.

5. Referências Bibliográficas

- [1] RUTHVEN, D.M. **Principles of Adsorption and Adsorption Processes**. John Wiley & Sons, 1984. 433 p.
- [2] SONG, J., *et al*; **Adsorption Characteristics of methylene blue by peanut husk in batch and column modes**. Zhengzhou University, Zhengzhou, China. 2010.

**I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E
BIOTECNOLOGIA**

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

***Biotecnologia na Produção de Alimentos,
Bebidas***



I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE FILTRAÇÃO PARA A CERVEJA ARTESANAL COM ADJUNTO DE TORTA DE MACAÚBA

Cardozo¹, T.T.M.; Souza², C. A. e Vilaça³, A. C.

¹ Universidade Federal de São João del Rei, Departamento/Curso Engenharia Química

² Universidade Federal de São João del Rei, Departamento/Curso Engenharia Química

³ Universidade Federal de São João del Rei, Departamento/Curso Engenharia de Bioprocessos

E-mail: alessandrav@ufsj.edu.br, cassiaa_souza@hotmail.com, tuaneyrine@hotmail.com

1. Introdução

A cerveja, é uma das bebidas mais antigas produzidas pelo homem, o processo de produção não alterou-se ao longo do tempo, pois é mantida as mesmas tradições desde a criação da Lei da Pureza Alemã (*Reinheitsgebot*) em que as cervejas comercializadas poderiam ter apenas três ingredientes: água, malte e lúpulo. Atualmente podem ser escolhidos diferentes tipos de matérias-primas na criação das receitas sem que afastem-se da composição original da cerveja.

Nesse contexto, visando o consumidor contemporâneo, que busca novos sabores e aromas, o Brasil vem se destacando na criação de cervejas com adjuntos especiais, que substituem parte do malte, e que segundo a Legislação Brasileira não pode ser superior a 45% em relação ao extrato primitivo. Esses adjuntos incorporam-se na cerveja como fonte alternativa de matéria-prima de baixo custo se comparados ao malte de cevada proporcionando atributos que vão além do preço da cerveja (VENTURINI, 2010).

Desta forma, avaliou-se a introdução da torta de Macaúba, resíduo gerado durante o processo de extração do óleo do fruto da Macaúba, como adjunto cervejeiro, de modo a atribuir novas características sensoriais à cerveja. Parte da cerveja produzida foi filtrada, comparando-se

ao mesmo processo de produção em que não ocorreu a filtração. Por fim caracterizou-se a cerveja de acordo com as diretrizes de estilo do *Beer Judge Certification Program* (BJCP).

2. Materiais e Métodos

O processo de produção de cerveja foi realizado no LADEF - Laboratório de Tecnologia em Destilação e Fermentação da Universidade Federal de São João Del- Rei, Campus Alto Paraopeba, situado em Ouro Branco - Minas Gerais.

2.1 Obtenção da Matéria-prima

O coco da palmeira Macaúba foi colhido e armazenado em geladeira para posterior despulpamento. O principal produto extraído do fruto é o óleo, e sua extração mecânica resulta em uma torta residual. Esta torta residual é um coproduto da extração do óleo que será utilizado para a produção da cerveja. Para obtenção do óleo e da torta residual realiza-se as seguintes etapas: limpeza dos frutos; despulpamento manual; secagem da polpa; cominuição da polpa desidratada e a prensagem mecânica. Após o beneficiamento realizado obtém-se o óleo da polpa e a torta residual de Macaúba.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

2.2 Processo de Produção de Cerveja

A receita da cerveja foi criada com o auxílio do BeerSmith™ - *Home Brewing Software*, que estima todos os parâmetros específicos de cada estilo de cerveja como a densidade, a quantidade de água, a quantidade de lúpulo e leveduras, entre outros (BeerSmith LLC, 2017).

A receita foi obtida com o objetivo de substituir 25% do malte pela torta residual de Macaúba. Além da torta, utilizou-se os maltes *Pilsen* e *Pale Ale*. Os lúpulos foram o *Fuggles* e *Perle* e a levedura *Saison* de alta fermentação.

2.3 Caracterização da Torta de Macaúba

As análises foram efetuadas em triplicata. Determinou-se a umidade inicial e o teor de óleo segundo o AOCS (*American Oil Chemists Society*) Official Method Aa 3-38 e Bc 3-49 Oil, respectivamente, assim como a acidez titulável pelo método 310/IV do Instituto Adolf Lutz.

2.4 Caracterização da cerveja

As análises da cerveja foram efetuadas em triplicata. As determinações realizadas foram: organoléptica, açúcares totais, proteínas solúveis, sólidos totais, acidez total, pH, densidade, cor, cinzas e teor alcoólico. Utilizou-se os protocolos do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), para a realização das mesmas. A cerveja foi caracterizada de acordo com as Diretrizes de Estilo para Cerveja do *Beer Judge Certification Program* (BJCP) que possui um guia de estilos de cerveja com base em suas características como por exemplo cor, amargor, cheiro e sabor (VIEIRA, 2009).

2.5 Filtração

O processo de filtração foi realizado em 4L da cerveja, através de um filtro acoplado a uma membrana de polipropileno, com grau de retenção de partículas de 10 micras (SPPF 10), com o objetivo de avaliar a influência dos finos gerados durante a extração do óleo de forma a

comparar os resultados obtidos com os 3L restantes de cerveja que não foram filtrados.

3. Resultados e discussões

Ao final do processo de extração do óleo o rendimento da torta residual foi de 0,658 kg. Desse total retirou-se uma pequena amostra para realizar as análises e caracterização da mesma. O valor obtido para a umidade inicial foi de 19,42% e para o teor de óleo obteve-se um total de 7,07% e o valor de 14,86% m/v para a acidez titulada.

O teor de óleo obtido por Veridiano (2012), foi equivalente a 25,8%, para o mesmo método, o que justifica que realizar a cominuição da torta mais de uma vez através da prensa, pois quanto menor o teor de lipídeos na torta melhor será a estabilidade da espuma da cerveja. Para a acidez titulável, o mesmo encontrou um valor de 2,7 %, notando-se uma elevada diferença, justificada devido aos vários processos de congelamento e descongelamento da polpa de Macaúba e posteriormente da torta residual.

A fermentação aconteceu durante 8 dias, variando-se a temperatura de 18°C a 22°C, conforme Figura 1.

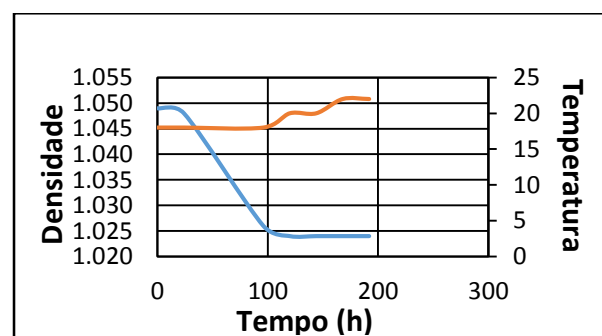


Figura 1. Curva de Fermentação - Densidade versus o Tempo versus Temperatura. Fonte: Acervo pessoal (2017).

Percebe-se que a fermentação apresenta três fases: fase de atraso de zero a 15 horas, fase de crescimento exponencial, que ocorre de um a quatro dias e a fase estacionária que ocorre por três a dez dias de acordo com a Figura 1.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

A massa de torta utilizada na produção da cerveja foi de 0,590 kg, com rendimento de 10L de cerveja, a mesma segundo a análise organoléptica apresentou espuma com bolhas maiores para a cerveja filtrada em comparação a cerveja não filtrada, tal fato deve-se a presença de óleo na cerveja. O estilo de cerveja obtido foi o *Doppelbock*, segundo o BJCP. As características apresentam pouco aroma de lúpulo, de frutado moderado, álcool moderado, aparência de dourado profundo a marrom escuro (BJCP, 2016). Os valores médios para as análises físico-químicas nas cervejas filtradas e não filtradas estão apresentadas na Tabela 1, não apresentando grandes diferenças entre elas, o que significa que a filtração com a membrana de 10 micra não influenciou nestes processos.

Tabela 1- Valores médios para proteínas solúveis, sólidos totais, acidez total, densidade, pH e teor alcoólico para as cervejas filtradas e não filtradas.

Cerveja Filtrada	
PROTEÍNAS SOLÚVEIS (mg/mL)	2,4925
SÓLIDOS TOTAIS (g)	3,64
ACIDEZ TOTAL	24,66
DENSIDADE (SG)	1,022
pH	4,64
TEOR ALCÓOLICO (%)	3,7
Cerveja não Filtrada	
PROTEÍNAS SOLÚVEIS (mg/mL)	2,4545
SÓLIDOS TOTAIS (g)	3,55
ACIDEZ TOTAL	26,66
DENSIDADE (SG)	1,021
pH	4,67
TEOR ALCÓOLICO (%)	3,5

O valor encontrado para a análise de cinzas foi de 2,87 g para a cerveja filtrada e 2,78 g para a cerveja não filtrada. Este valor foi melhor que o esperado, já que em média do teor de cinzas do malte, segunda a literatura é em torno de 1,97 g. Segundo Veridiano (2012) o valor obtido pra o teor de cinzas da torta de macaúba foi de 4,4 g. Para o teor de açúcares encontrou-se respectivamente 45,87 g.L⁻¹ para cerveja filtrada e 48,8g.L⁻¹ para cerveja não filtrada, o que apresenta-se alto quando comparados a literatura, em que uma cerveja artesanal do tipo

Ale, possui faixa de 14 a 24 g.L⁻¹ de açúcares totais (DOLSON, 2015). O valor alto é esperado, uma vez que o *software* utilizado para fazer a receita não possui as especificações da torta de macaúba utilizada para substituir parte do malte, que é rica em fibras e carboidratos, o que acarreta em uma quantidade maior de açúcares não fermentáveis. Em relação a cor, a filtração se mostrou eficiente, sendo a cerveja filtrada apresentando cor cobre/castanho claro e a cerveja não filtrada cor castanho muito escuro, ambas enquadradas dentro do estilo caracterizado.

4. Conclusão

A utilização da torta de macaúba como adjunto no processo cervejeiro se mostrou eficiente e com características agradáveis, além de ser economicamente viável por apresentar redução de custos em relação a matéria - prima.

A filtração apresentou pouca influência nas análises de proteínas solúveis, sólidos totais, acidez total, densidade, pH e teor alcoólico. Contudo, demonstrou ser eficiente para processo de clarificação da cerveja, em que a cerveja apresentou cor cobre/castanho claro e cor castanho muito escuro para as cervejas filtrada e não filtrada respectivamente.

O teor de açúcares destoou-se significativamente da literatura, o que pode ser justificável uma vez que *software* utilizado não apresentava características pertinentes a torta de Macaúba. Verificou-se que parte dos finos ficaram retidos na membrana.

O resultado encontrado para a análise de cinzas foi compatível com os resultados encontrados na literatura. A cerveja foi caracterizada como *Doppelbock*, segundo o BJCP, apresentando bolhas grandes para a cerveja filtrada, o que se explica devido a presença de óleo residual na mesma.

5. Referências Bibliográficas

AOAC. Association of Official Analytical Chemists - AOAC. Official methods of

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

analysis of AOAC international. 15 ed.
Washington: AOAC, 1990. p.1105-1106.

BeerSmith LLC - **Get weekly articles on home brewing, beer styles, and making beer recipes.** Acesso em Maio de 2017. Disponível em: <http://www.beersmith.com/>

BONACCORSI, M, M. BJCP- **Guia de estilos de cerveja. Tradução livre. 2016.** Disponível em: <http://www.acervamineira.com.br/wp-content/uploads/2016/06/BJCP_2015_Pt_Br.pdf>. Acesso em: maio de 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Procedimentos e determinações gerais. In: INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.

VENTURINI, W.G.F. **Bebidas alcoólicas** v.1. São Paulo: Edgar Blucher, 2010.

VEREDIANO, F. C. **Aproveitamento da torta residual da extração do óleo da Polpa de Macaúba para fins alimentícios.** 2012. 114 f. Tese (Pós- graduação e Engenharia química) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2012.

VIEIRA, A. W. **Apostila de Produção de Cervejas Artesanais.** Disponível em: <https://xa.yimg.com/kq/.../Apostila+de+Producao+Artesanal+de+Cerveja+0.4.pdf>. Acesso em: 05 de julho de 2017.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

DESENVOLVIMENTO DE CERVEJA ESCURA SEM ÁLCOOL POR FERMENTAÇÃO INTERROMPIDA COM LEVEDURA IMOBILIZADA

GAZOLLA¹, R. C.; SABIR², L. B. F.; SANTOS³, J. P. P. e VILAÇA⁴, A. C.

^{1,3,4} Universidade Federal de São João del-Rei, DQBIO/Engenharia Química

² Universidade Federal de São João del-Rei, DQBIO/Engenharia de Bioprocessos

E-mail: larasabir@hotmail.com

1. Introdução

Segundo o artigo 36 do decreto n° 6.871, de 4 de Junho de 2009, que regulamenta a lei n° 8.918 de 14 de julho de 1994 – cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo (BRASIL, 1994).

O mercado consumidor de bebidas fermentadas está em amplo crescimento. Por isso, há uma busca para o desenvolvimento de novos produtos e novas tecnologias. Sendo assim, o teor alcoólico passou a ser visto como um importante parâmetro a ser considerado. Para os países que englobam o MERCOSUL, entende-se por cerveja sem álcool a cerveja cujo conteúdo alcoólico é inferior ou igual a 0,5% em volume.

Uma fatia do mercado que tem crescido cada vez mais é o de cervejas sem álcool. Em 2010, a porcentagem de cerveja sem álcool representava 0,65% do consumo nacional, e esse número chegou a 1% em 2016. Esses números tendem a crescer cada vez mais, pois, neste ano esse setor apresentou um incremento de 1,8% em relação ao ano passado.

Os métodos de produção de cerveja sem álcool podem ser divididos em dois grandes grupos: o primeiro abrange os processos com restrição ou ajuste durante a etapa de fermentação, já o segundo, trabalha

com a extração do álcool diretamente do produto final (SILVA, et. al., 2010).

Com o intuito de formalizar um produto inédito no mercado cervejeiro brasileiro, o objetivo desta pesquisa foi produzir uma cerveja escura sem álcool. O método de produção escolhido foi por fermentação interrompida com levedura imobilizada por ação de baixas temperaturas.

Além disso, foram feitas análises físico-químicas, a fim de caracterizar a cerveja escura sem álcool obtida.

2. Materiais e Métodos

As matérias-primas utilizadas para a formulação da cerveja escura sem álcool foram: 3,35 Kg de malte de cevada dos tipos *Cara-Pils*, *Caramunich* e *Carafa II*, 40,0 g de lúpulo do tipo *Hallertau Perle* e *Fuggles* e *Saccharomyces cerevisiae* liofilizada.

O processo de produção de cerveja é um tipo de biotecnologia tradicional por ser milenar. Independente de alterações feitas para adequação aos diversos tipos de cerveja, as etapas são: moagem do malte, mosturação, filtração/clarificação, lupulagem, *whirlpool*, resfriamento, fermentação e envase. A etapa que demanda mais tempo é a de fermentação, nela está incluída a maturação do produto final.

No mosto resfriado foi inoculada a levedura *Saccharomyces cerevisiae* e, nesta

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

fase, esses microrganismos se reproduziram, consumiram os açúcares fermentescíveis e produziram baixa concentração de álcool, dióxido de carbono e alguns ésteres, ácidos e álcoois superiores que transmitiriam propriedades à cerveja, como de sabor e aroma característicos. O processo foi alterado quanto ao tempo e à temperatura. O tempo do processo pode ser interrompido por queda brusca de temperatura (choque térmico). O mosto cervejeiro é levado a baixas temperaturas, em torno de 4°C, e inoculado com alta concentração de leveduras. Essa mistura é fermentada por 30 dias. O metabolismo da levedura é reduzido devido à formação de uma camada isolante que protege a membrana do microrganismo da temperatura desfavorável (VENTURINI FILHO, 2010).

3. Resultados e Discussões

Tabela (I) – Ficha técnica da cerveja escura sem álcool produzida

Análise	Resultado
Açúcares totais	14,775 g de glicose/L
Proteínas solúveis	2,5022 mg de proteína/mL
Teor de cinzas	1,648 g/L
Sólidos totais	0,0833 g/mL
Acidez total ou titulável	15,6 meq/L
Densidade	1,024 SG
pH	5,27
Teor alcoólico	0,232%
Cor	11,5 SRM (cobre)
IBU	4,7064 mg/L

Fonte: Própria

Obteve-se uma cerveja escura sem álcool com teor alcoólico de 0,232% em volume, ou seja, dentro da legislação em vigor.

A partir de análises físico-químicas, construiu-se a seguinte Tabela (I) com os resultados das especificações do produto.

4. Conclusão

Produziu-se um produto inovador e dentro das especificações para ser considerado como uma cerveja escura sem álcool, por obter teor alcoólico de 0,262%, ou seja, menor do que os 0,5% exigidos.

Portanto, o método de produção utilizando a fermentação interrompida com levedura imobilizada por ação de baixas temperaturas foi eficaz e possui a vantagem de manter as principais características de uma cerveja convencional alcoólica.

5. Referências

1. BRASIL. Decreto nº 6871, de 4 de Junho de 2009. Regulamento da Lei no 8.918, de 14 de Julho de 1994. Brasília.
2. MERCOSUL.GMC/RES. n. 14/01: Regulamento técnico Mercosul de produtos de cervejaria, Junho de 2001. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
3. SILVA, A. E.; COLPO, E.; OLIVEIRA, V. R.; HERBST JUNIOR, C. G.; HECKTHEUER, L. H. R.; REICHERT, F. S. Elaboração de cerveja com diferentes teores alcoólicos através de processo artesanal. Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 20, n. 3, 2009.
4. VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni (coor.). Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia. 1.ed. São Paulo: Blucher, 2010. Vol. 1.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

INFLUÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS DO *UNDERPITCHING* ALIADO AO REAPROVEITAMENTO DE LEVEDURAS NA PRODUÇÃO DE CERVEJAS

SOUZA¹, M. M.; FAGUNDES², L. G.; NASCIMENTO³, F. N.; VILAÇA⁴, A. C.; MARRA⁵, B. M;

^{1,2} Universidade Federal de São del Rei / Engenharia Química

³ Universidade Federal de São del Rei / Engenharia Mecatrônica

^{4,5} Universidade Federal de São del Rei / DQBIO / Química, Eng. de Bioprocessos e Biotecnologia

E-mail: matheus_miki@hotmail.com

1. Introdução

Importantes e essenciais para a produção de bebidas fermentadas, as leveduras são seres microscópicos unicelulares responsáveis pela fermentação do mosto cervejeiro. A espécie mais amplamente utilizada para este fim é a *Saccharomyces cerevisiae*. Através de sua via metabólica anaeróbica, a levedura é capaz de converter o extrato de malte fermentável em diversos compostos importantes como o álcool, gás carbônico, ésteres e compostos sulfurados. Além disso, ao longo do processo fermentativo uma porcentagem do extrato de malte é convertido em massa de novas células de leveduras, sendo essas reaproveitadas com frequência na indústria cervejeira (WHITE; ZAINASCHEFF, 2010) (KUNZE, 2004).

O cálculo da taxa de inoculação de leveduras para a fermentação de cervejas é feito levando em consideração: o volume, a densidade do mosto cervejeiro, o estilo, a família e as características específicas da cerveja a ser produzida. O *underpitching* se refere à utilização de uma taxa de inoculação inferior àquela considerada ideal para a condução do processo fermentativo.

2. Materiais e Métodos

O objetivo do projeto é avaliar as influências físico-químicas provocadas pelo *underpitching* aliado ao reaproveitamento de

leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae* na produção de cervejas do estilo *American Blonde Ale*. Para isso foram produzidas três levas de vinte litros de cerveja (A, A1 e A2) seguindo as mesmas etapas de produção, controles de processo, insumos cervejeiros, variando somente a taxa de inoculação e o tipo de fermento utilizado para cada cerveja produzida, sendo este seco ou reutilizado.

Através das análises físico-químicas de: pH, turbidez, índice de cor, leveduras em suspensão, sólidos solúveis e potencial de redução, foi possível obter um comparativo geral entre algumas das características dos produtos obtidos através da metodologia utilizada.

Os processos de produção das cervejas A, A1 e A2 consistiram na moagem dos grãos de malte, mosturação, recirculação, lavagem, fervura, resfriamento, inoculação de leveduras, fermentação, maturação e envase. Todas as etapas foram realizadas com o intuito de seguir ao máximo as mesmas variáveis de produção. Somente a taxa de inoculação e o tipo de fermento utilizado para as produções foram variados propositalmente.

Para a produção da cerveja A, utilizou-se a levedura seca *US-05* da marca *Fermentis* e uma taxa de inoculação total de aproximadamente $1,84 \times 10^{11}$ células viáveis.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Para a produção da cerveja A1, foi feita a reutilização direta da lama de leveduras proveniente do processo fermentativo da cerveja A. A taxa de inoculação total utilizada foi de $3,68 \times 10^{10}$ células viáveis.

Para a produção da cerveja A2, foi feita a reutilização direta da lama de leveduras provenientes da fermentação da cerveja A1. A taxa de inoculação total utilizada foi também igual a $3,68 \times 10^{10}$ células viáveis. Para a contabilização das células foi utilizada uma câmara de Neubauer e pigmentação com uma solução de azul de metileno 2%.

3. Resultados e discussão

Tabela 1: Análises físico-químicas das cervejas A, A1 e A2

	pH	Turbidez (NTU)	Índice de cor (SRM)
A	4,52	64,53	5,715
A1	4,35	18,30	6,096
A2	4,23	412,67	6,096

Tabela 2: Análises físico-químicas das cervejas A, A1 e A2

	Leveduras viáveis em suspensão ($10^3/L$)	Sólidos solúveis (g/L)	Potencial de redução (mV)
A	169,2	0,976	224
A1	94	1,06	200
A2	319,6	1,27	224

Através das análises físico químicas pode-se constatar que o pH das cervejas mais ácido ao longo dos reaproveitamentos de leveduras pode ser um indício de contaminação por bactérias.

A cerveja A2 apresentou valores de turbidez, leveduras em suspensão e sólidos solúveis mais elevados. Tais resultados podem estar relacionados com a perda de vitalidade do fermento ao longo do processo, que possivelmente influenciou a sua capacidade de floculação e atenuação do mosto cervejeiro.

O índice de cor para a cerveja A se mostrou levemente inferior às demais cervejas. Suspeita-se que a taxa de inoculação de

leveduras superior para a produção da cerveja A tenha influenciado tais resultados.

O potencial de redução medido para as cervejas produzidas não apresentou diferenças significativas. A análise destes resultados pode indicar que o armazenamento em temperatura controlada de aproximadamente 3°C foi suficiente para conservar adequadamente as cervejas até que fossem realizadas as suas análises físico-químicas.

4. Conclusão

Através do projeto realizado foi possível identificar algumas das influências que o *underpitching* aliado ao reaproveitamento de leveduras na produção de cervejas pode ocasionar à bebida.

Acredita-se que análises mais detalhadas podem ainda identificar outras variáveis dependentes dos procedimentos realizados.

Destaca-se importante o cálculo consistente da taxa de inoculação de leveduras ideal para o processo de fermentação das cervejas, visto que o *underpitching* utilizado possivelmente influenciou negativamente a qualidade dos produtos obtidos.

O reaproveitamento de leveduras é uma prática muito utilizada em cervejarias de grande porte, principalmente por permitir uma economia significativa no processo de produção. Sendo assim, conhecer as variáveis deste procedimento se torna importante, uma vez que pode ajudar o produtor a prever variações de seus produtos ou ainda indicar ao mesmo uma possível fonte de um problema de produção.

5. Referências Bibliográficas

WHITE, C.; ZAINASHEFF, J. **Yeast: The practical guide to beer fermentation**. Boulder, Colorado: Brewers Publications, 2010.

KUNZE, W. **Technology Brewing and Malting**. 3. ed. Berlim: VLB, 2004.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

PRODUÇÃO DE CERVEJA SEM GLÚTEN VIA DEGRADAÇÃO ENZIMÁTICA UTILIZANDO GRÃOS TRADICIONAIS

Lima¹, F. M. F.; Porto², B. C. S. e Vilaça³, A. C.

^{1, 2} Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Engenharia Química/Engenharia Química

³ Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos/Engenharia de Bioprocessos

E-mail: felipemartinslima@gmail.com ; brsouki@gmail.com ; alessandracy@ufsj.edu.br

1. Introdução

O setor de cervejas artesanais no Brasil vem em constante crescimento ao contrário do mercado de cervejas industrializadas, ou *mainstream*.^[1]

A doença celíaca é causada pela intolerância ao glúten. Ela é caracterizada por uma enteropatia, causando má digestão e má absorção de vitaminas e minerais. Estima-se que 1% da população mundial é portadora da doença.^[2] O tratamento da doença consiste em uma dieta totalmente isenta de glúten. No trigo o glúten é formado por uma mistura de duas proteínas, a gliadina (prolamina) e glutenina (glutelina). A fração prolamina é tóxica para os celíacos.^[3]

O malte de cevada, contém as proteínas hordeína e gliadina. A disponibilidade de cerveja livre de glúten é bastante limitada e os produtos ofertados são elaborados com maltes de grãos não tradicionais, tais como arroz, milho e sorgo. Existe a possibilidade de se produzir cerveja sem glúten utilizando grãos tradicionais tais como cevada e trigo, através de degradação enzimática, atingindo baixos níveis (3ppm) de glúten pelo teste de ELISA (*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*).^[4] Este trabalho utilizou um teste imunocromatográfico para observar a quantidade de glúten presente nas amostras de cerveja.

A enzima prolyl endopeptidase atua através da clivagem da ligação pós prolina (-P / X-), é resistente à digestão de pepsinas e é capaz de destruir diversos peptídeos que influenciam na doença celíaca. Seu uso foi consolidado pelo fato de conseguir degradar algumas proteínas como gliadinas e gluteninas.^[5] A enzima utilizada neste trabalho com as características descritas é comercialmente chamada de *Brewers Clarex*®.

Apesar de não de não haver uma legislação específica para o caso, o Brasil adota as orientações do *Codex Alimentarius* que é um conjunto de normas alimentares adotadas internacionalmente. De acordo com a norma 118 – 1979, considera-se que alimentos são isentos de glúten quando a proteína não passa de 20 mg/Kg.^[6]

Propõe-se a aplicação da enzima *Brewers Clarex*® no mosto cervejeiro a fim de se obter um produto final com níveis mínimos de glúten aceitos pela legislação.

2. Materiais e Métodos

Três bateladas de 20 litros de cerveja foram produzidas para que, posteriormente, fossem aplicados testes imunocromatográficos nas amostras.

Para as produções de cerveja, houve a moagem dos grãos de malte, seguido da brassagem, ou seja, a fervura da água com os

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

grãos moídos em faixas de temperatura específicas principalmente para a conversão de amido em açúcares fermentáveis. Em seguida a filtração e o resfriamento do mosto são realizados para que se inicie a etapa de fermentação, onde também adicionou-se a enzima *Brewers Clarex*®. Por fim, a maturação é responsável pelo amadurecimento da bebida, conferindo aroma e sabor e evitando oxidação.

Para os testes utilizou-se o *GlutenTox*® Pro, foram realizados nas amostras de cerveja para a detecção de glúten em limites de detecção de 20 e 10 ppm. Transferiu-se 1 ml de amostra para uma solução de extração, agitou-se intensamente por 2 minutos, e 5 minutos de descanso. Pipetou-se 2 gotas para o limite de detecção de 20 ppm ou 4 gotas para o limite de 10 ppm em uma solução de diluição, agitando-se lentamente a solução por 30 segundos e colocando-se a fita de detecção, aguardando-se exatos 10 minutos para observação do resultado.

3. Resultados e Discussões

O primeiro teste foi conduzido na amostra comercial de cerveja, de forma a garantir a funcionalidade do teste. Após feita a metodologia, notou-se que a fita imunocromatográfica apresentava duas listras nas colorações rosa e azul, indicando respectivamente que o teste foi positivo para o glúten e que o teste realizado foi válido.

O segundo teste teve como amostra a primeira produção. O limite de detecção utilizado foi de 20 ppm, aparecendo apenas a linha azul, validando o teste e mostrando resultado negativo. O terceiro e quarto testes foram realizados em amostras da segunda produção com limites de 20 ppm e 10 ppm respectivamente. Para ambos o resultado foi negativo. Percebeu-se então, que a enzima consegue degradar glúten a níveis maiores do que o recomendado pelo *Codex Alimentarius*.

O quinto teste, realizado já na terceira produção da cerveja, seguiu-se os mesmos

padrões do segundo e terceiro testes. O resultado também foi negativo.

4. Conclusão

Nos testes de imunocromatografia, todas as fitas apresentaram uma faixa azul, validando assim, o procedimento experimental correto para esse teste.

As análises comprovaram o fato do método de degradação enzimática ser efetivo para eliminar o glúten contido em cervejas com grãos de cevada e trigo. Através dos testes realizados, foi possível observar que as amostras produzidas continham níveis abaixo dos 20 ppm necessários para que a bebida seja considerada sem glúten.

5. Referências Bibliográficas

- [1] INSTITUTO DA CERVEJA. Cervejas Artesanais no Brasil. São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://www.institutodacerveja.com.br/blog/n113/novidades/cevejariasartesanais-no-brasil>>. Acesso em: 02/07/2017.
- [2] GREEN, P. H. R.; LEBWOHL, B.; GREYWOODE, R. Celiac disease. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, New York, v. 135, n. 5, p. 1099 – 1106, Maio 2015.
- [3] TEIXEIRA, N. F. G. Doença Celíaca Atualizada. 2012. 47 p. Dissertação (Mestrado em Medicina) — Universidade da Beira Interior Ciências da Saúde, Covilhã.
- [4] VEIT, P. Processo de fabricação de cerveja sem glúten. 2013. WO2014121363 A1. Disponível em: <<http://www.google.com/patents/WO2014121363A1?cl=pt>>. Acesso em: 02/07/2017.
- [5] WIESER, H.; KOEHLER, P. The Biochemical Basis of Celiac Disease. *Cereal Chemistry*, v. 85, n. 1, p. 1 – 13, 2008. ISSN 0009-0352.
- [6] CODEX ALIMENTARIUS. Norma relativa a los alimentos para regímenes especiales destinados a personas intolerantes al gluten. CODEX STAN 118-1979, 2008.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
 Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

SÍNTESE DE CARBOXIMETILCELULOSE A PARTIR DE ALGODÃO PARA USO COMO ESPESSANTES E AGLUTINANTES

SOARES¹, C. M. B.; CABRAL², P. H. T. D; FABIANO³, D. P.

¹ Universidade Federal de São João del-Rei, Graduando em Engenharia Química

² Universidade Federal de Minas Gerais, Pós Graduando em Estatística Aplicada

³ Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Engenharia Química e Estatística

E-mail: caiombasoaes@gmail.com

1. Introdução

A carboximetilcelulose (CMC), normalmente apresentada na forma sódica (sal de sódio), como a carboximetilcelulose de sódio, é um polímero aniônico derivado da celulose, com propriedades espessantes e aglutinantes, muito solúvel em água, tanto a frio quanto a quente, na qual forma tanto soluções propriamente ditas quanto géis. Tem a excelente propriedade para aplicações em farmacologia, cosméticos e como aditivo na indústria de alimentos e bebidas por ser fisiologicamente inerte e inofensivos a pele e mucosas.^[1]

Na indústria de alimentos, as farinhas sem glúten tendem a esfarelar, secar e serem mais densos do que os seus correspondentes com glúten originando produtos massudos e pesados. Para tentar minimizar este problema, precisa-se de um agente aglutinante e espessante como a CMC.

A síntese da CMC pode ser realizada conforme a reação descrita na Figura 1.

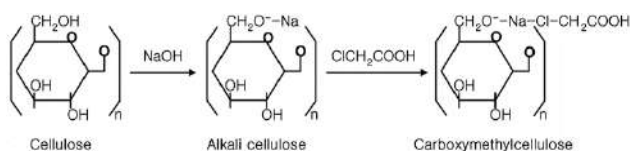


Figura 1: Síntese de carboxímetilcelulose.^[1]

A Figura 1 apresenta o processo de síntese, no qual ocorre primeiramente a formação da alcali-celulose pela adição de NaOH e uma

subsequente esterificação pela adição do ácido monoclóricoacético. Esta síntese é a mais comumente utilizada pela sua praticidade, sendo que também há sua produção utilizando outras bases. Nesta reação, podemos realizar uma quantificação do produto desejado utilizando o peso relativo do que foi convertido em produto por meio da técnica de solubilização, devido a CMC ser altamente solúvel em água.^[2]

O algodão é uma excelente fonte de celulose com 90% a 93% em sua composição CMC e baixa quantidade de lignina, em torno de 3%.^[4]

Visando a demanda mundial por produtos alimentícios e o potencial da CMC como produto espessante e aglutinante inofensivo a saúde humana desta indústria, o presente trabalho propõe a produção da CMC a partir de algodão como fonte de celulose.

2. Material e Métodos

Foi utilizado como fonte de celulose 1 g de algodão para o experimento. Em um béquer de 100 mL, foi adicionado 2,67 mL de solução de NaOH (30% m/V), o algodão pesado e 50 mL de etanol. A solução permaneceu sob agitação durante uma hora com o intuito de promover a mercerização do complexo lignocelulósico do algodão. Logo após, foi realizado o processo de esterificação adicionando-se 1,2 g de ácido-monoclóricoacético à solução e manteve-se sob agitação por duas horas a uma temperatura de

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

55°C. Após este procedimento, a solução foi filtrada a vácuo para separar o material sólido da solução e mantido em uma estufa a 90 °C por 3 h para secar o material eliminando todo vestígio de etanol utilizado até esta etapa.^[2]

O material seco foi então diluído em água para que houvesse a separação da CMC formada do restante do material por meio da solubilização deste material. Logo após, o material sólido foi separado do líquido em uma centrífuga de bancada. Então, pela diferença de massa (Equação 1) foi realizado para quantificar a quantidade da CMC formada, conforme a equação abaixo:

$$\text{Solubilidade (\%)} = \frac{M - R}{M} \times 100 \quad (1)$$

Na qual:

Solubilidade (%) = percentual de CMC;

M = massa não dissolvida (g);

R = massa dissolvida (g).

3. Resultados e Discussão

A conversão da celulose do algodão em carboximetilcelulose foi de 32%, determinada via a solubilidade do material em água, de acordo com a Equação 1. Esse cálculo de conversão leva em consideração apenas a quantidade da massa solúvel da CMC e não a disposição da ligação do grupo carboximetila, sendo que, a ligação pode se dar nos carbonos C-2, C-3 e C-6. A determinação destas ligações é o que irá influenciar na atividade do polímero e sua utilização como espessante ou aglutinante. Usualmente, a CMC comercial possui um grau de substituição de 0,5 a 1,4, quanto maior o número de substituição maior é a solubilidade em água. Assim, para quantificar o grau de substituição é necessária uma caracterização adequada, como, por exemplo, a utilização de um raio x ou ainda de infravermelho.^[2]

Um planejamento experimental pode ser utilizado para obter maiores conversões, com o algodão ou outros materiais celulósicos. O planejamento de experimentos consiste em

alterações nas variáveis do processo, de modo que se possa avaliar as possíveis alterações sofridas pela variável resposta, possibilitando o uso de ferramentas estatísticas para determinar os parâmetros ótimos de operação. Poderão ser usadas como variáveis a concentração de NaOH, a massa de monocloroacético, o tempo de reação entre a celulose, o que permitirá investigar os parâmetros ótimos de operação.

4. Conclusões

Pela técnica de solubilidade, foi possível quantificar a conversão do algodão em carboximetilcelulose, sendo obtida uma conversão de 32%, porém por esta técnica não foi possível calcular o grau de substituição do grupo carboximetila e nem a sua posição. Pelo fato do algodão possuir, em sua composição, uma elevada quantidade de celulose, acima de 90%, e baixa quantidade de lignina, em torno de 3%, o algodão se torna uma excelente fonte para a produção da CMC.

5. Referências Bibliográficas

- [1] GREGOROVA, A., SAHA, N., KITANO, T., SAHA, P.; **Hydrothermal effect and mechanical stress properties of carboxymethylcellulose based hydrogel food packing.** Carbohydrate Polymers 117 (2015). p: 559 - 568.
- [2] CHOI, Y., MAKEN, S., LEE, S., CHUNG, E., PARK, J., MIN, B. **Characteristics of water-soluble fiber manufactured from carboxymethylcellulose synthesis.** Korean J. Chem. Eng; 24(2). p: 288 – 293, 2007.
- [3] MONTGOMERY, D. C. **Controle Estatístico da Qualidade** 7 ed. LTC. 2014.
- [4] KUASNE, P. A. **CURSO TÊXTIL EM MALHARIA E CONFECÇÃO** 2º MÓDULO. Araranguá, 2008. p: 22.

**I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E
BIOTECNOLOGIA**

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Biotecnologia Assistida por Computador



I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

ABORDAGEM COMPUTACIONAL PARA INVESTIGAÇÃO DA INTERAÇÃO DA ADP-RIBOSE COM A PROTEÍNA NSP3 DE MAYARO VIRUS

Figueiredo¹, J. E.; Ferreira², P. G.; Taranto, A. G².; Magalhães³, C. L. B.; J. C.

¹ Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Química Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos.

² Universidade Federal de São João del-Rei, Laboratório de Farmacologia e Química Medicinal.

³ Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Ciências Biológicas.

E-mail: jenyferfigueiredo@gmail.com

1. Introdução

A febre Mayaro, causada pelo *Mayaro virus* (MAYV), é uma doença subletal com sintomas confundidos aos da Dengue, exceção se faz aos sintomas de poliartralgias que podem causar uma deficiência incapacitante (SANTIAGO *et al.*, 2015, FIGUEIREDO, 2014). Até o momento, não existe terapia disponível e estudos mostraram que o tratamento por vacinas parece ser uma opção ineficaz para proteger contra a artralgia crônica, revelando as drogas antivirais como a mais conveniente para o tratamento de infecções por alphavirus artritogênicos (CAETANO, 2016).

A obtenção de alvos antivirais é de grande importância, uma vez que ainda não está disponível em bancos de dados a estrutura 3D das proteínas do MAYV.

Previamente, o modelo da proteína nsP3 de MAYV foi construído (Figura 1) utilizando a proteína nsP3 de *Sindbis virus* complexada ao 2-N-morfolino-etanosulfônico (MES) como molde. O MES encontra-se em um sítio o qual acredita-se ser um macromínio que interage com ADP-ribose (KARRAS *et al.*, 2005; MALET *et al.*, 2009; RUNGROTMONGKOL *et al.*, 2010), exercendo papel funcional no ciclo viral. Assim, o trabalho objetivou

investigar a interação da ADP-ribose com a proteína nsP3 de MAYV, bem como a conservação desse sítio em outros Alphavirus.

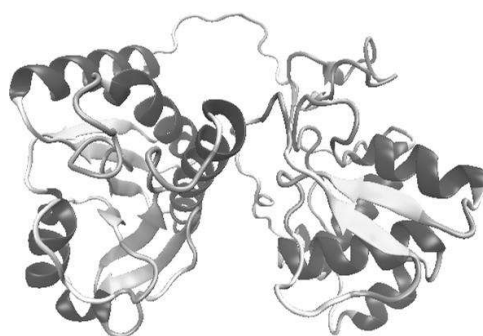


Figura 1. Modelo da proteína nsP3 de MAYV.

2. Material e Métodos

Inicialmente, transferiu-se o MES para a proteína nsP3 de MAYV por meio do programa Discovery Studio 3.1. Em seguida, foi construída uma caixa centrada nesse ligante de modo a delimitar a região na qual a ADP-ribose seria ancorada utilizando o programa AutoDock Tools. A caixa foi definida como um cubo com dimensões de 20x20x20 Å e coordenadas X, Y e Z 88.217, 82.622 e 68.96, respectivamente.

Por fim, as ligações entre a nsP3 de MAYV e ADP-ribose foram comparadas as interações

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

desse ligante com as proteínas nsP3 de Chikungunya (CHIKV) e Venezuelan Equine Encephalitis viruses (VEEV), provenientes da literatura (SEYEDI *et al.*, 2016; RUNGROTMONGKOL *et al.*, 2010). Vale ressaltar que o valor da energia de ligação foi obtido por meio da abordagem de *docking molecular* no software *Autodock Vina*.

3. Resultados e Discussão

O valor obtido para energia de ligação da ADP-ribose no sítio de ligação da nsP3 de MAYV foi de -8,7 Kcal/mol. A ADP-Ribose complexada a nsP3 de MAYV, de CHIKV e de VEEV fez 16, 21 e 19 interações, respectivamente. A análise do sítio de ligação da ADP-ribose nos Alphavirus, CHIKV, VEEV e MAYV mostrou que 56% dos resíduos de aminoácidos são conservados, mantendo até mesmo suas posições na cadeia proteicas, sendo eles Ala22, Asn24, Cys34, Gly30, Gly32, Val33, Thr111, Ser110 e Gly112. Além disso as ligações de hidrogênio foram as interações predominantes. Esses resultados sugerem a conservação desse sítio nos alphavirus avaliados.

4. Conclusões

A ancoragem da ADP-ribose foi condizente com a literatura, sustentando a hipótese de que o macromoléculo possui o sítio de ligação dessa molécula sendo conservado na nsP3 modelada.

Uma vez que a ADP-ribose se liga favoravelmente a nsP3, sua utilização como um precursor de antivirais é interessante, dado que o antiviral desenvolvido terá um amplo espectro de atuação, podendo também atuar contra outros vírus, como CHIKV e VEEV.

5. Agradecimentos

Aos órgãos de fomento CNPq e Fapemig pelo apoio financeiro ao projeto.

6. Referências bibliográficas

CAETANO, C. C. S. *Avaliação do estresse oxidativo e defesas antioxidantes em macrófagos murinos após infecção pelo Mayaro virus (Togaviridae)*. 2016. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

FIGUEIREDO, M. L. G.; FIGUEIREDO, L. T. M. Emerging alphaviruses in the Americas: Chikungunya and Mayaro. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. v. 47, n. 6, p. 677-683, 2014.

KARRAS G. I. et al. The macro domain is an ADP-ribose binding module. *Journal EMBO*, v. 24, n. 11, p. 1911, 2005.

RUNGROTMONGKOL, T. et al. Molecular insight into the specific binding of ADP-ribose to the nsP3 macro domains of *chikungunya* and *venezuelan equine encephalitis* viruses: Molecular dynamics simulations and free energy calculation. *Journal of Molecular Graphics and Modelling*, v. 29, p. 347-353, 2010.

SANTIAGO, F. W., *et al.* Long-Term Arthralgia after Mayaro Virus Infection Correlates with Sustained Pro-inflammatory Cytokine Response. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v. 9, n. 10, 2015.

SEYEDI, S. S. et al. Computational Approach Towards Exploring Potential Anti-Chikungunya Activity of Selected Flavonoids. *Scientific Reports- Nature*. v. 240, n. 27, 2016.

MALET H. *et al.* The crystal structures of Chikungunya and Venezuelan equine encephalitis virus nsP3 macro domains define a conserved adenosine binding pocket. *Journal of Virology*, v. 83, n. 13, p. 6534-6545, 2009.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

APLICAÇÃO DA TRANSFORMADA Z EM BIOPROCESSOS

Costa¹, M. R. M. F. da; Bosch Neto², J. C. e Nucci³, E. R.

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei, Departamento de Tecnologia em Engenharia Civil, Computação e Humanidades (DTECH)

² Universidade Federal de São João Del-Rei, Departamento de Engenharia Química (DEQUE)/Curso de Engenharia Química

³ Universidade Federal de São João Del-Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos (DQBIO)/Curso de Engenharia de Bioprocessos

E-mail: mariaritameyer@yahoo.com.br

1. Introdução

A goma xantana é um polissacarídeo produzido por bactérias gram-negativas do gênero *Xanthomonas*. É amplamente utilizada devido às suas características reológicas, como capacidade de alterar as propriedades básicas da água, além de possuir alta viscosidade em baixas concentrações, estabilidade em uma ampla faixa de temperatura, pH e concentração de sais [1; 2; 3; 4].

A transformada Z é uma importante técnica utilizada nas análises de sistemas lineares, oferecendo vantagens significativas em relação aos processos de domínio do tempo. É modelado em sistemas físicos discretos com equações de diferenças lineares com coeficientes constantes. A transformada Z usada em uma equação de diferenças fornece uma boa descrição das características do modelo e, portanto, do sistema físico. Além disso, as equações de diferenças transformadas são algébricas e, portanto, mais fáceis de manipular e resolver [5; 6]. O objetivo deste estudo foi avaliar a modelagem com transformada de Z na produção de goma xantana através da bactéria *Xanthomonas campestris* ATCC 13951 utilizando o bagaço de cana-de-açúcar.

2. Material e métodos

A metodologia de transformada Z na modelagem da produção de goma de xantana foi proposta usando bagaço de cana-de-açúcar como meio alternativo. Para esta modelagem, primeiro, foi utilizado um balanço de massa no biorreator batelada e em biorreator contínuo e, em seguida, a transformada Z foi aplicada pela equação de diferenças. As equações de estado para biomassa (C_x), substrato (C_s) e produto (C_p) foram obtidas nos tempos 0, 2 e 4 horas de inoculação, obtendo a matriz plana de estado dada por (1). Mais informações podem ser encontradas em Faria [7].

$$\begin{bmatrix} X_{(n+1)} \\ S_{(n+1)} \\ P_{(n+1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{F}{V} + \mu + 1 & 0 & 0 \\ -\beta - \frac{F}{V} + \alpha - \frac{\mu}{V} + \alpha & 1 & 0 \\ \frac{F}{V} * m + \frac{\mu}{V} * m - \lambda & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X_{(n)} \\ S_{(n)} \\ P_{(n)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{F}{V} \\ \frac{F}{V} * \alpha \\ -\frac{F}{V} * m \end{bmatrix} * [X_0] \quad (1)$$

onde F é o fluxo em $L.h^{-1}$ e será considerado 0 $L.h^{-1}$ (reator descontínuo sem entrada) e 0,1 $L.h^{-1}$ (reator contínuo); X é a concentração de células em $g.L^{-1}$ e isso variará com o tempo; $X_0 = 0,4 g.L^{-1}$ é a concentração inicial da célula; μ_{max} é a taxa de crescimento específica e 0,49 h^{-1} será usado; V é o volume do reator e é igual a 4,5 L. O substrato teve uma concentração inicial de 0,44 $g.L^{-1}$. $\alpha = 1/Y_{x/s}$ ($gxant.gcel.h^{-1}$); $m = 1/Y_{x/p}$

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

($gxant.gcel^{-1}$). β e λ são os parâmetros do modelo. Com as equações de plano de estado obtidas para cada variável, utilizamos o programa Simulink de MatLab® para as simulações.

3. Resultados e discussão

A transformada Z só é aplicada em 4 horas de cultivo, pois corresponde à fase exponencial. A Figura 1 ilustra o resultado da modelagem usando um sistema em modo batelada e a Figura 2 ilustra um sistema em modo contínuo. A metodologia da transformada Z é discreta e pontual, de modo que a figura não apresenta características contínuas. Esta representa o crescimento das células, o consumo do substrato e a formação do biopolímero, que neste caso não ocorreu, devido ao curto período de atuação no sistema. Normalmente, uma indicação do início da produção de goma xantana é observada a partir do período de 6 a 12 horas de cultivo.

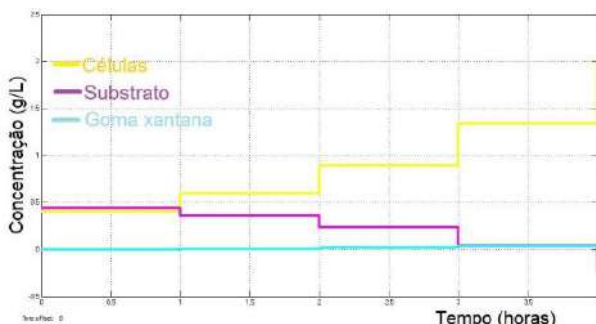


Figura 1 – Modelagem do sistema discreto em regime batelada via equação plano de estado.

A alimentação das células com o substrato ocorre de hora em hora, de forma pontual até cessar, devido à condição batelada (Figura 1), onde o fluxo de entrada é zero. A simulação em biorreator contínuo (Figura 2) tende a aumentar com a introdução de mais substrato no meio, no entanto, esse valor diminui devido ao grande número de células que precisarão de mais nutrientes em cada ponto. Assim, a concentração do substrato atingirá o seu valor mínimo de $0,1 \text{ g.L}^{-1}$.

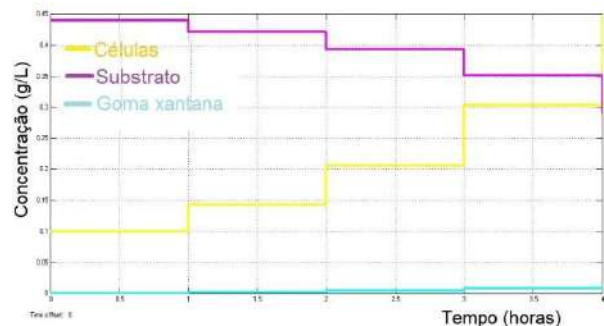


Figura 2 – Modelagem do sistema discreto em regime contínuo via equação plano de estado.

4. Conclusões

Os resultados da transformada Z indicam que esta metodologia pode ser usada e analisada na produção de goma xantana, mesmo considerando este sistema sendo usado discreto em vez de tempo contínuo como usado em técnicas padrão no bioprocessos.

5. Referências bibliográficas

- [1]. BORGES, C.D.; VENDRUSCOLO, C.T., 2008. **Goma Xantana: características e condições operacionais de produção.** Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, v.29, n.2, 171-188.
- [2]. LUVIELMO, M.M.; VENDRUSCOLO, C.T.; SCAMPARINI, A.R.P., 2007. **Seleção de linhagens de Xanthomonas campestris para a produção de goma xantana.** Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 28, n.2, 161-172.
- [3]. LUVIELMO, M.M.; SCAMPARINI, A.R.P., 2009. **Goma xantana: produção, recuperação, propriedades e aplicação.** Revista Estudos tecnológicos em engenharia, v.5, n.1, 50-67.
- [4]. NERY, T.B.R.; BRANDÃO, L.V.; ESPERIDIÃO, M.C.A.; DRUZIAN, J.I., 2008. **Biossíntese de goma xantana a partir da fermentação de soro de leite: rendimento e viscosidade.** Revista Química Nova, v.31, n.8, 1937-1941.
- [5]. PHILLIPS, C. L.; PARR, J. M., ROSKIN, E. A. **Signals, Systems, and Transforms.** 4. ed., New Jersey: Prentice Hall, 2008.
- [6]. TONIDANDEL, D. A. V. **Decifrando a Transformada Z.** XVIII Congresso Brasileiro de Automática, Bonito, 2010.
- [7]. FARIA, S. **Produção de goma xantana empregando caldo de cana por Xanthomonas campestris pv. campestris NRRL B-1459.** 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO SUBSTRATO E DA BIOMASSA EM UM REATOR DE MISTURA COMPLETA COM VISTAS AO TRATAMENTO ANAERÓBIO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Cardoso¹, V. J.; Nucci¹, E. R.

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei, Depto de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos/Curso de Engenharia de Bioprocessos

E-mail: nessa_jaine@hotmail.com

1. Introdução

O lançamento de águas residuárias de maneira inadequada representa sérios problemas para a maior parte das cidades do Brasil e do mundo. Estas podem ser tratadas de forma conjugada pelo processo de digestão anaeróbia, resultando no aproveitamento energético e na redução de impactos ao meio ambiente (GUIMARAES e NOUR, 2001). De acordo com LYBERATOS *et al.* (1999) e SIMEONOV (1999), o desenvolvimento de modelos matemáticos com a capacidade de reprodução de problemas vivenciados na prática vem se tornando uma ferramenta cada vez mais importante para se projetar e operar de forma eficaz um reator anaeróbio. Este trabalho tem como finalidade realizar a modelagem e simulação do substrato e da biomassa de tratamento anaeróbio de águas residuárias em um reator de mistura completa utilizando modelos de Monod e Andrews.

2. Metodologia

Os dados utilizados na modelagem e simulação deste trabalho foram retirados do livro de VON SPERLING (1996) e são mostrados na Tabela 1.

As simulações foram realizadas no software Scilab versão 5.5.2 onde foi elaborado um programa para representar o perfil do substrato e da biomassa em um reator de mistura completa sem decantação final e sem recirculação, para um período de 20 dias, pois

a estabilização completa da matéria orgânica leva aproximadamente este tempo.

Tabela 1. Variáveis utilizadas e seus respectivos valores.

Variáveis	Valor
V (m ³)	9000
N (dias)	20
Q (m ³ /d)	3000
C _{S0} (mg/L)	350
C _{X0} (mg/L)	0
C _S (mg/L)	20
C _X (mg/L)	100
μ _{max} (d ⁻¹)	3,0
Y _{X/S} (mgSSV/mgDBO ₅)	0,6
K _s (mg/L)	60
K _d (d ⁻¹)	0,06
K _i (mg/L)	1,0*
	10,0*
	100,0*

* valores de K_i determinados empiricamente.

Foram usadas equações de Monod, de Andrews, do balanço de substrato e da biomassa, respectivamente, descritas nas equações 1, 2, 3 e 4.

$$\mu = \mu_{\max} \cdot \frac{C_S}{K_S + C_S} \quad (1)$$

$$\mu = \mu_{\max} \cdot \frac{C_S}{C_S + K_S + \frac{C_S^2}{K_i}} \quad (2)$$

$$\frac{dC_S}{dt} = \frac{Q}{V} \cdot C_{S0} - \frac{Q}{V} \cdot C_S - \frac{\mu}{Y_{X/S}} \cdot C_X \quad (3)$$

$$\frac{dC_X}{dt} = \frac{Q}{V} \cdot C_{X0} - \frac{Q}{V} \cdot C_X + \mu \cdot C_X - K_d \cdot C_X \quad (4)$$

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

3. Resultados e Discussão

Utilizando o programa, calculou-se o perfil das concentrações de substrato e biomassa no reator assumindo que as variáveis de entrada (Q , C_{S0} e C_{X0}) permanecem constantes nesse período. As Figuras 1 e 2 ilustram o perfil dos dois dados de saída.

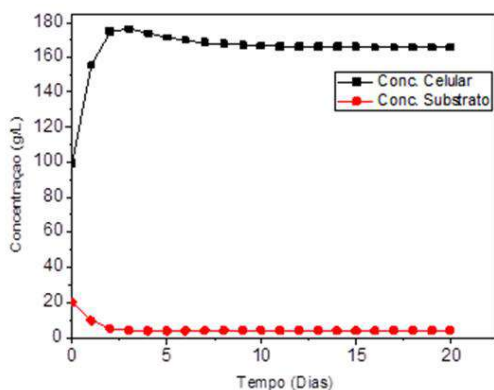


Figura 1. Simulação de substrato efluente e biomassa utilizando Modelo de Monod.

A concentração de substrato tende ao valor de 4,1 mg/L, enquanto a concentração de biomassa tende a 165,5 mg/L. Os dados iniciais (C_S e C_X no dia 0) estão relacionados a variáveis de entrada (Q , C_{S0} e C_{X0}), diferentes das que acontecem durante os 20 dias de simulação. Com a alteração nas variáveis de entrada, o sistema procura uma nova condição de equilíbrio e a biomassa cresce em virtude de uma maior carga de efluente, propiciando a diminuição na concentração de substrato.

Observa-se na Figura 2 que o modelo de Andrews apresenta uma cinética mais lenta quando comparada ao modelo de Monod (Figura 1). Esse efeito acontece em virtude da presença do fator de inibição que diminui a velocidade de crescimento celular. Percebe-se também que quanto menor K_i , menor a velocidade de crescimento celular, maior o grau de inibição e quanto maior K_i , maior será a velocidade de crescimento celular. Do mesmo modo, quanto menor o grau de

inibição, mais rápido o sistema atinge o estado estacionário onde a concentração de células se mantém temporariamente constante. Quando K_i é igual a 100 mg/L, o comportamento do modelo de Andrews é similar ao de Monod.

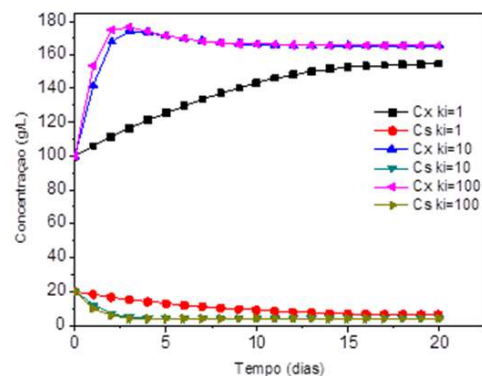


Figura 2. Simulação de substrato efluente e biomassa utilizando Modelo de Andrews variando o valor de K_i .

Conclusões

Os resultados mostraram que o modelo de Andrews apresenta uma cinética mais lenta quando comparada ao modelo de Monod. Quando a concentração de substrato (C_S) for inferior ao valor da constante K_i , o valor do termo de inibição (C_S^2/K_i) da equação tende a zero. Logo, não há influência do termo sobre o valor da cinética microbiana e o comportamento do modelo de Andrews se torna similar ao modelo de Monod.

Referências Bibliográficas

- GUIMARÃES, J. R.; NOUR, E. A. A. *Tratando nossos esgotos: processos que imitam a natureza*. Química nova na escola, edição especial, p. 21, maio 2001.
- LYBERATOS, G., SKIADAS, I. V. *Modelling of Anaerobic Digestion – A Review*. Global Nest: Int. J. Vol.1, No 2, pp 63-76, 1999.
- SIMEONOV, I. *Mathematical modelling and parameters estimation of anaerobic fermentation processes*. Bioprocess Engineering 21, pp 377-381, 1999.
- VON SPERLING, M. (1996). Princípios básicos do tratamento de esgotos. *Princípios básicos do tratamento de esgotos*: 211-211.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

MODELAGEM E SIMULAÇÃO UTILIZANDO DIFERENTES MODELOS CINÉTICOS DE EXPERIMENTOS DE FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA DA *Saccharomyces cerevisiae*

SILVA¹, J. D.; SILVA¹, M. G. M.; SANTOS¹, W. T. G. e NUCCI¹, E. R.

¹ Universidade Federal de São João Del Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos /Curso Engenharia de Bioprocessos

E-mail: jdamassilva@gmail.com

1. Introdução

De acordo com SODRÉ (2007) um modelo matemático é a representação de um sistema real com objetivo de entender o mesmo de maneira mais simples e precisa, tentando se aproximar cada vez mais do real.

Os modelos matemáticos têm inúmeras aplicações na ciência e engenharia, o advento do computador digital facilitou muito a realização de uma enorme quantidade de cálculos numéricos em no menor tempo possível e isso impulsionou o desenvolvimento de modelos matemáticos cada vez mais parecidos do real.

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo sobre a modelagem matemática e a simulação computacional de processos de fermentação alcoólica, com a finalidade de se estabelecer um modelo que seja capaz de descrever de forma confiável e precisa o processo de fermentação em um reator tanque agitado contínuo (CSTR) utilizando a *Saccharomyces cerevisiae* realizado no trabalho de Ferreira *et al.* (2014). Tal modelo deve ser capaz de estimar a concentração celular, concentração de substrato (glicose), e também a concentração de produto (etanol) no meio.

2. Material e métodos

Foram utilizados dados experimentais de quatro experimentos do trabalho de Ferreira *et al.* (2014). A partir desses dados foram

realizadas simulações no Software Scilab, utilizando o modelo de Monod (1), modelo de Verhulst (2) e modelo de Inibição por substrato (3) com duas constantes de inibição (K_i) diferentes, sendo elas 14 e 216. Fez-se também gráficos de dispersão dos valores simulados *versus* valores experimentais, para análise da regressão linear entre esses dados.

As equações dos modelos são:

$$\mu = \mu_{max} \frac{C_s}{K_s + C_s} \quad (1)$$

$$\frac{dX}{dt} = \mu X \left(1 - \frac{X}{X_{max}} \right) \quad (2)$$

$$\mu = \mu_{max} \frac{C_s}{K_s + C_s + \frac{C_s^2}{K_i}} \quad (3)$$

Onde:

μ : é a velocidade específica de crescimento

μ_{max} : é a velocidade máxima específica de crescimento

K_s : é a constante de saturação

C_s : é a concentração do substrato limitante do crescimento.

X : representa a concentração de biomassa

X_{max} : a concentração máxima de biomassa

K_i : é a constante de inibição pelo substrato

3. Resultados e discussão

Em todos os gráficos as concentrações de biomassa apresentam o símbolo (o) e o substrato (x). Os símbolos representam os resultados experimentais e as linhas os resultados do modelo.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

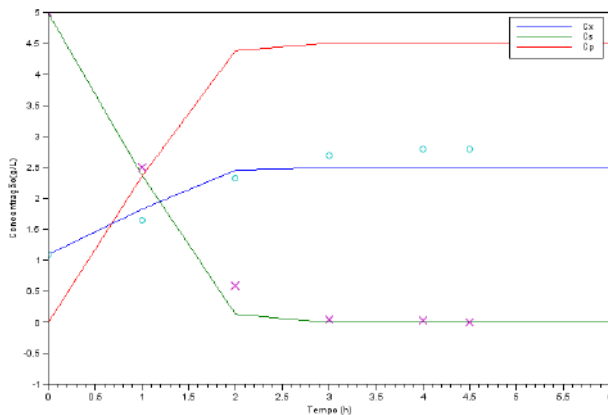


Figura 1: Simulação do Experimento 4 - empregando-se o modelo de Monod.

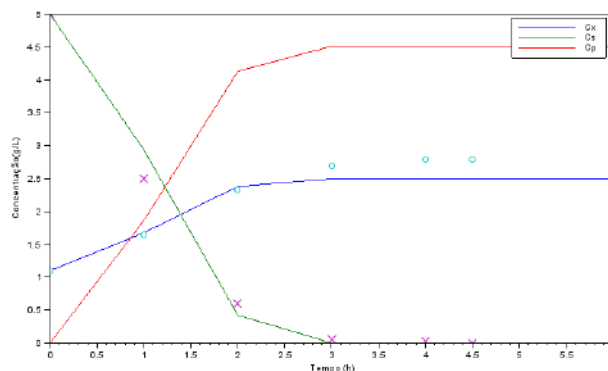


Figura 2: Simulação do Experimento 4 - empregando-se o modelo de inibição por substrato com $K_i=14$.

Na Figura 1 temos a simulação do modelo de Monod para o experimento 4, pode se observar que para o consumo de substrato o modelo se ajustou aos pontos experimentais com R^2 de 0,9927, já para o crescimento celular o modelo se ajusta até o tempo de três horas, após isso, ocorre deslocamento como R^2 de 0,8922, onde o modelo subestima os dados experimentais.

Na simulação do experimento 4 para o modelo de inibição com K_i igual a 14, o modelo descreve o perfil de crescimento celular bem até três horas, após isso, o modelo subestima os pontos experimentais, o valor de R^2 encontrado foi de 0,9676, já para o consumo de substrato houve apenas um pequeno deslocamento do primeiro ponto experimental, mas nos demais o modelo se

ajustou bem, o valor de R^2 neste caso foi de 0,9912.

Para ambos os modelos testados como não havia dados sobre a formação de produto não foi possível a análise deste parâmetro, sendo que a produção máxima de etanol foi de 4,5 g/L às duas horas de cultivo para ambos os experimentos.

4. Conclusões

Após as análises dos gráficos gerados pelo software Scilab e dos R^2 de cada modelo, pôde-se concluir que o modelo de Monod foi o que menos se ajustou aos dados experimentais e o que mais se ajustou foi o modelo de inibição por substrato com $K_i=14$, sendo ele o modelo testado mais completo. Observou-se que os melhores resultados em todos os modelos testados foram para o experimento 4.

5. Referências Bibliográficas

FERREIRA, A. E.; NUCCI, E. R.; Cerri, M.O. **Comparing the performance of conventional and airlift bioreactor during the *Saccharomyces cerevisiae* cultivations.** In: 21st International Congress of Chemical and Process Engineering - CHISA 2014, 2014. Proceedings of CHISA 2014. v. 1.

SODRÉ, U. **Modelos matemáticos.** UEL – Londrina, 2007. Disponível em: <http://www.uel.br/projetos/matessencial/superior/pdfs/modelos.pdf>. Acesso: 2 de julho de 2017.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

PRODUÇÃO DE GOMA XANTANA A PARTIR DE BIOMASSA DE MALTE

Costa¹, M. R. M. F. da; Bosch Neto², J. C. e Nucci³, E. R.

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei, Departamento de Tecnologia em Engenharia Civil, Computação e Humanidades (DTECH)

² Universidade Federal de São João Del-Rei, Departamento de Engenharia Química (DEQUE)/Curso de Engenharia Química

³ Universidade Federal de São João Del-Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos (DQBIO)/Curso de Engenharia de Bioprocessos

E-mail: mariaritameyer@yahoo.com.br

1. Introdução

A goma xantana é um polissacarídeo produzido por bactérias gram-negativas do gênero *Xanthomonas*. Essa goma tem grande importância comercial e é muito utilizada como estabilizante, emulsificante e espessante em alimentos devido às suas características reológicas, como capacidade de alterar as propriedades básicas da água, além de possuir alta viscosidade em baixas concentrações, estabilidade em uma ampla faixa de temperatura, pH e concentração de sais [1; 2; 3; 4].

A biomassa de malte é o resíduo do malte de cevada obtido após a etapa de elaboração do mosto cervejeiro. Este resíduo apresenta características favoráveis para uso em processos fermentativos devido à elevada concentração de açúcares presentes e baixa concentração de compostos tóxicos aos microrganismos tais como furfural, hidroximetilfurfural, ácido acético e fenólicos [5].

O objetivo do trabalho foi avaliar o rendimento da produção de goma xantana por *Xanthomonas campestris* utilizando como substrato alternativo a biomassa de malte sob diferentes condições de volumes de meio alternativo e de inóculo. Os resultados foram comparados com a goma xantana produzida a partir de meio padrão de sacarose.

2. Material e métodos

O microrganismo utilizado foi à cepa de *Xanthomonas campestris* 13951.

A biomassa foi deixada em estufa a 50°C e depois triturada. A mistura foi filtrada e as soluções resultantes foram preparadas em diferentes concentrações de substrato.

Foi utilizada a técnica do planejamento de experimentos do tipo Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) em 10 ensaios para avaliar os efeitos das variáveis na produção da goma xantana.

3. Resultados e discussão

A Tabela 1 descreve o planejamento experimental do tipo DCCR com o resultado obtido do rendimento onde é possível verificar que houve produção do biopolímero.

Pelo gráfico de Pareto (Figura 1), dentro de um limite de confiança de 95%, observou-se que a variável inóculo influenciou positivamente na produção de goma xantana, indicando que, um aumento dessa variável pode resultar em um aumento na produção deste. Já em relação à variável biomassa de malte, não obteve influência significativa no processo.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
 Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Tabela 1: Planejamento experimental utilizando biomassa de malte para a produção de goma xantana e o resultado obtido do rendimento (g.L^{-1}).

Ensaio	Inóculo (%v/v)	Biomassa de malte (%m/v)	Rendimento (g.L^{-1})
1	-1 (15,0)	-1 (4,0)	0,50
2	-1 (15,0)	+1 (8,0)	0,59
3	+1 (25,0)	-1 (4,0)	0,60
4	+1 (25,0)	+1 (8,0)	0,96
5	-1,41(13,0)	0 (6,0)	0,48
6	+1,41(27,0)	0 (6,0)	0,95
7	0 (20,0)	-1,41 (3,2)	0,77
8	0 (20,0)	+1,41 (8,8)	0,69
9	0 (20,0)	0 (6,0)	0,74
10	0 (20,0)	0 (6,0)	0,85

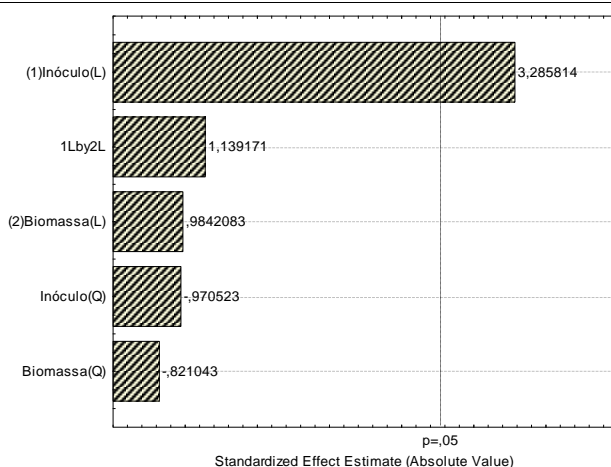


Figura 1: Gráfico de Pareto para a resposta ao rendimento de goma xantana.

A Figura 2 ilustra a superfície de resposta e confirma a conclusão do gráfico de Pareto.

Percebe-se que para aumentar a produção de goma xantana é necessário um aumento na concentração de inóculo. A biomassa de malte não interfere tão significativamente no processo.

Por meio dos resultados foi possível obter o rendimento médio do biopolímero utilizando o

substrato alternativo que foi de $0,71 \text{ g.L}^{-1}$, enquanto a sacarose apresentou $0,19 \text{ g.L}^{-1}$.

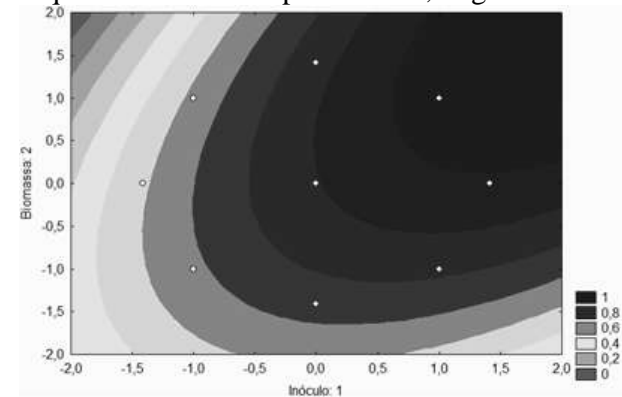


Figura 2: Superfície de resposta da variável rendimento da goma xantana em relação à concentração de biomassa de malte e de volume de inóculo.

4. Conclusões

Através dos resultados obtidos conclui-se que a biomassa de malte pode ser utilizada como meio alternativo para a produção de goma xantana, pois este substrato alternativo produz biopolímero com rendimento superior ao substrato padrão que é a sacarose.

5. Referências bibliográficas

- [1]. BORGES, C.D.; VENDRUSCOLO, C.T., 2008. **Goma Xantana: características e condições operacionais de produção.** Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, v.29, n.2, 171-188.
- [2]. LUVIELMO, M.M.; SCAMPARINI, A.R.P., 2009. **Goma xantana: produção, recuperação, propriedades e aplicação.** Revista Estudos tecnológicos em engenharia, v.5, n.1, 50-67.
- [3]. LUVIELMO, M.M.; VENDRUSCOLO, C.T.; SCAMPARINI, A.R.P., 2007. **Seleção de linhagens de Xanthomonas campestris para a produção de goma xantana.** Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 28, n.2, 161-172.
- [4]. NERY, T. B. R.; BRANDÃO, L. V.; ESPIRIDIANO, M. C. A.; DRUZIAN, J. I., 2008. **Biossíntese de goma xantana a partir da fermentação de soro de leite: rendimento e viscosidade.** Revista Química Nova, v.31, n.8, 1937-1941.
- [5]. MENEZES, J. D. de S. **Produção de goma xantana a partir da bioconversão de resíduos de malte de cervejaria por Xanthomonas campestris pv. campestris IBSBF 1866.** 119 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

SISTEMA SIMPLIFICADO DE TRATAMENTO DE ESGOTO: ASSOCIAÇÃO DE FILTRO ANAERÓBIO e *Wetlands*

Costa¹, A. P. A. e Nucci², E. R.

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei, Curso de Engenharia de Bioprocessos

² Universidade Federal de São João Del-Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos (DQBIO)/Curso de Engenharia de Bioprocessos

E-mail: edsonucci@gmail.com

1. Introdução

Embora o Brasil figure entre as dez maiores economias do mundo, metade de sua população não tem acesso à rede coletora de esgoto, considerando apenas a população urbana cerca de quarenta e três por cento dos habitantes não possui coleta de esgotos (SNIS, 2014). A gestão dos efluentes no Brasil reflete a sua desigualdade, enquanto parte da população experimenta ações corretivas que implicam na coleta e tratamento parcial do esgoto, a outra metade da população ainda está na fase pré-higienista convivendo em contato com seu próprio rejeito (TUCCI 2008). O foco do presente trabalho é o desenvolvimento de tecnologia capaz de superar as limitações técnicas e financeiras apresentando aos moradores de comunidades urbanas desprovidas de saneamento uma alternativa viável e independente para a destinação do seu esgoto.

O presente trabalho apresenta uma alternativa para o tratamento de esgoto doméstico de residências de ocupação irregulares como favelas, tendo como base: simplicidade de implantação e operação, bem como baixo custo. Para tanto foi realizado o estudo de um filtro biológico anaeróbio, como tecnologia de tratamento de esgoto bruto, utilizando dois diferentes meios suportes (tampas de embalagem longa vida e anéis de bambu).

2. Material e métodos

Foi projetado, construído e testado um sistema anaeróbio de tratamento de efluentes em escala laboratorial a partir de materiais descartáveis e de baixo custo (Figura 1). Foi também proposto um dimensionamento em escala real, bem como uma alternativa para os efluentes gerados pelo filtro, seguindo ainda a linha de simplicidade operacional e baixo custo.

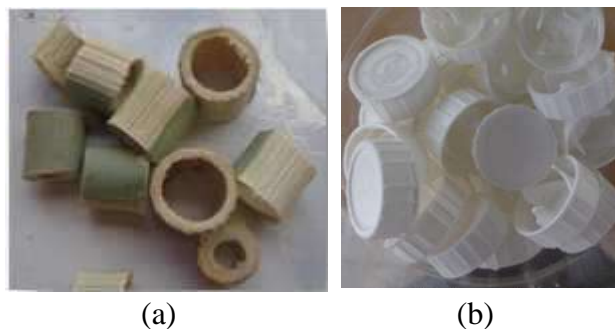


Figura 1 – Exemplo de materiais utilizados: (a) anéis de bambu; (b) tampinhas plásticas embalagem PEAD.

O filtro anaeróbio proposto foi construído e testado em relação aos sólidos totais fixos (STF) e orgânicos (STV) e quanto a Demanda Química de Oxigênio (DQO), foi também extrapolado para a escala real de uso individual, de modo que sua construção e operação possam ser efetuadas pelos próprios

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

moradores das comunidades. Como alternativa para o efluente do uso dos filtros em escala real foi proposto a construção do sistema de *Wetlands* (Figura 2)

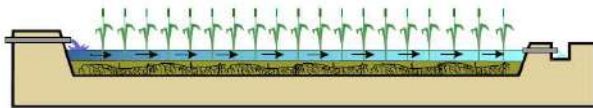


Figura 2 – Esquema representando Fluxo Superficial Horizontal de um *Wetland* (SALATI; SALATI FILHO e SALATI ENEIDA, 2003)

3. Resultados e discussão

Os resultados foram analisados em função dos parâmetros DQO, STF e STV segundo suas concentrações médias finais. A possibilidade de uso do filtro de bambu foi rejeitada uma vez que houve aumento da DQO e dos sólidos em virtude da degradação do meio, já o filtro de tampas de PEAD apresentou ótima eficiência com redução de cerca 70% de DQO e 60% de sólidos voláteis. As Figuras 3 e 4 ilustram os resultados obtidos.

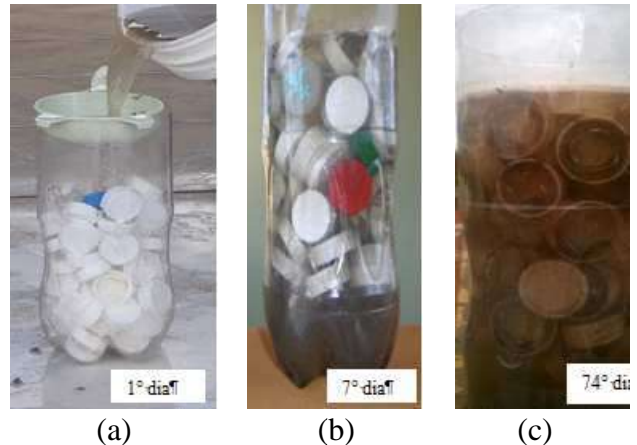


(a)



(b)

Figura 3 – Sistema reservatório filtro anaeróbico: (a) antes e (b) após o preenchimento.



(a)

(b)

(c)

Figura 4 – Evolução do crescimento do biofilme: (a) 1º. Dia; (b) 7º. Dia e (c) 74º. dia

Os resultados dos valores de DQO (mg/L) foram: Esgoto Bruto com 983,53 e pH 7.55; Filtro recheio bambu com 1272,09 e pH 8.16 e Filtro recheio tampas de PEAD com 306,22 e pH 7.59.

4. Conclusões

Verificou-se a redução de DQO (70%) e a redução de sólidos voláteis (60%) onde foi descartado o uso do filtro com anéis de bambu como meio suporte, uma vez que devido à degradação do material houve aumento da DQO e dos sólidos. A eficiência obtida no filtro com tampas de PEAD comprova a possibilidade do uso deste filtro em um sistema simplificado de baixo custo de implantação para o tratamento de esgoto de residências urbanas sem acesso a rede coletora de esgotos, tendo wetlands como complemento para finalizar a remoção de poluentes.

5. Referências bibliográficas

SALATI, Eneas; SALATI FILHO, Eneas; SALATI, Eneida. Utilização de sistemas de wetlands construídas para tratamento de águas. **Biológico, São Paulo**, v. 65, n. 1/2, p. 113-116, 2003.

SNIS; Sistema Nacional de Informações de Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014. Ministério Nacional de Saneamento Ambiental.

TUCCI, Carlos EM. Águas urbanas. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

**I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E
BIOTECNOLOGIA**

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Nanobiotecnologia



I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

ALTERAÇÃO CONFORMACIONAL DA NANOESTRUTURA DE β - LACTOGLOBULINA

Faria¹, L. M.; Carvalho¹, T. S.; Mageste², A. B.; Coimbra³, J. S. R.; Santos¹, I. J. B.

¹ Universidade Federal de São João del Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos/Engenharia Química

² Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Química

³ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Tecnologia em Alimentos.

E-mail: thaisadriany93@gmail.com

1. Introdução

O leite bovino contém proteínas como a caseína e as proteínas presentes no soro do leite, as quais representam cerca 80% e 20% da composição, respectivamente. A β -lactoglobulina (β -lg) é o maior peptídeo do soro, e sua composição pode variar em 45,0% a 57,0% (HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; PAULA, H., 2006).

De todo o soro produzido, 85% é destinado ao descarte no meio ambiente. Esta ação quando ocorre sem tratamento específico acarreta grave problema de poluição ambiental (PEDERSEN, L. et al. 2003; ROJAS, E. E. G. et al. 2004). Portanto, o aproveitamento do soro do leite, além da importância ambiental, apresenta também uma importância industrial pelas suas propriedades nutricionais e funcionais. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento da estrutura da β -lg ao se nanoestruturar.

2. Materiais e Métodos

Três soluções foram preparadas com β -lg a 2 mg.mL⁻¹, sendo uma solução em água destilada; uma solução em pH 3, e uma solução em pH 3, com agitação de 1 hora à 85°C. Amostras de encapsulados de quercetina em dispersões de nanoestrutura de β -lg também foram preparadas. Os métodos de obtenção de nanoestruturas (144,95 nm) e

encapsulados de quercetina foram obtidos com base em outro trabalho já realizado (GOMES et al. 2016). O dicroísmo circular (CD) das amostras foi avaliado em espectropolarímetro, (Jasco Corporation, Japão) a 25 ° C usando uma faixa de comprimento de onda de 190 a 260 nm. E a fluorescência, utilizando um espectrofluorímetro-Rometer (ISS, EUA) com espectros na faixa de 290 a 450 nm. Ambos os equipamentos foram utilizados no CNPEM.

3. Resultados e Discussão

As estruturas da β -lg foram caracterizadas pelo CD e pela fluorescência. As Figuras 1 e 2 representam, respectivamente, os resultados destas análises.

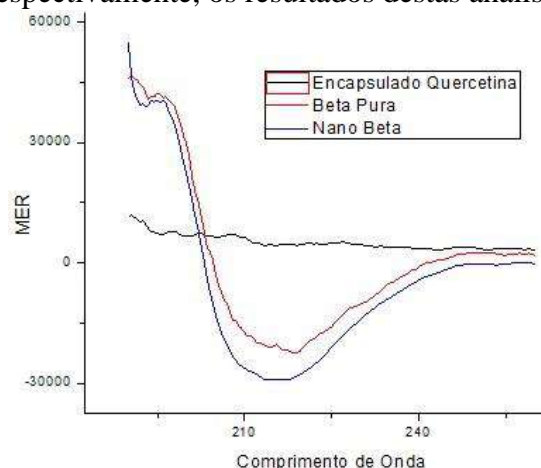


Figura 1 – Dicroísmo circular das estruturas de β -lg em função do comprimento de onda.

A Figura 1 mostra os espectros de CD para a β -lg na sua forma nativa, na presença de pH 3, na forma nanoestruturada e para solução de

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

nano com quercetina. O espectro da β -folha nativa apresenta um pico negativo em 216-218 nm e um positivo em 196-198nm. Analisando o gráfico, observa-se que ao nanoestruturar a proteína houve uma redução do sinal negativo em torno de 205-210 nm., sugerindo mudanças conformais. Já na encapsulação da quercetina na nanoestrutura houve a randomização da proteína.

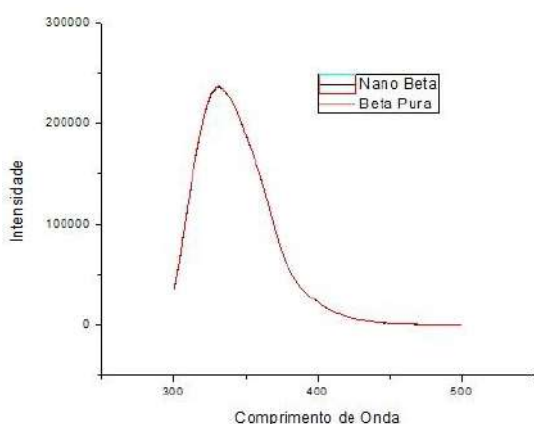


Figura 2 – Intensidade de fluorescência da β -Ig em condições diferentes.

A Figura 2 representa a intensidade de fluorescência das estruturas de proteína, o que permite avaliar a estrutura terciária da proteína. Analisando a figura, foi perceptível que o espectro de emissão máximo da nanoestrutura foi o mesmo para a β -Ig nativa em 330 nm aproximadamente, o que comprova que a nano apresenta o mesmo ambiente químico que a nativa.

4. Conclusões

A nanoestruturação da β -Ig provoca a desnaturação dela em suas estruturas secundárias. Dessa forma, há um potencial dessas nanoestruturas apresentarem propriedades técnico-funcionais diferentes daquelas apresentadas pela proteína nativa.

5. Referências Bibliográficas

GOMES, A. M. F. et al. **Nanoestruturas de α -lactoalbumina para o encapsulamento de**

quercetina com futuras aplicações em alimentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016, Gramado. Anais eletrônicos...Gramado: FAURGS, 2016. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctarseventos/xxvcbcta/anais/files/1173.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2017

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C. DE; PAULA, H. **Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana.** Rev. Nutr., Campinas, v. 19, n. 4, p. 479-488, 2006.

PEDERSEN, L.; MOLLERUP, J.; HANSEN, E.; JUNGBAUER, A. **Whey Proteins as a Model System for Chromatographic Separation of Proteins.** Journal of Chromatography B, 790 (1), 161-173, 2003.

ROJAS, E. E. G.; DOS REIS COIMBRA, J. S.; MINIM, L. A.; ZUNIGA, A. D. G.; SARAIVA, S. H.; MINIM, V. P. R. **Size-exclusion chromatography applied to the purification of whey proteins from the polymeric and saline phases of aqueous two-phase systems.** Process Biochemistry. 2004.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPEM, ao LNBio, à FAPEMIG e ao CNPq.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

ALTERAÇÃO ESTRUTURAL DA α -LACTOALBUMINA AO SE NANOESTRUTURAR

Carvalho¹, R. L.; Paz¹, B. E. R.; Fonseca¹, L. G.; Mageste², A. B.; Coimbra³, J. S. R.; Santos¹, I. J. B.

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos/ Engenharia Química.

² Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Química.

³ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Tecnologia em Alimentos.

E-mail: rebecalimac@gmail.com

1. Introdução

A α -lactoalbumina (α -la) é uma das proteínas provenientes do soro do leite, um resíduo da indústria de laticínios (ANTUNES, 2003). A aplicação desta proteína na elaboração de novos alimentos é de suma importância na indústria alimentícia, pois, além de possuir aminoácidos essenciais em sua estrutura e apresentar propriedades técnico-funcionais, ela apresenta grande potencial quando nanoestruturada (LIVNEY, 2010), podendo potencializar essas propriedades e encapsular compostos bioativos sensíveis e proporcionar maior biodisponibilidade no corpo humano (SEKHON, 2010). Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento da estrutura da α -la ao se nanoestruturar.

2. Materiais e Métodos

Três soluções foram preparadas com α -la a 2 mg.mL⁻¹, sendo: uma solução em água destilada; solução em 100 mM de NaCl e outra em 100 mM de NaCl agitada em estufa incubadora à 50°C por 2 h. Amostras de encapsulados de quercetina em dispersões de

nanoestrutura de α -la também foram preparadas. Os métodos de obtenção de nanoestruturas (216,53 nm) e encapsulados de quercetina foram obtidos com base em outro trabalho já realizado (GOMES et al. 2016). O dicróismo circular (CD) das amostras foi avaliado em espectropolarímetro, (Jasco Corporation, Japão) a 25 ° C usando uma faixa de comprimento de onda de 190 a 260 nm. E a fluorescência, utilizando um espectrofluorímetro-Rometer (ISS, EUA) com espectros na faixa de 290 a 450 nm.

3. Resultados e Discussão

As estruturas da α -la foram caracterizadas pelo CD e pela fluorescência. As Figuras 1 e 2 representam, respectivamente, os resultados destas técnicas. A Figura 1 mostra os espectros de CD para a α -la na sua forma nativa, na presença de NaCl, na forma nanoestruturada e para solução de nano com quercetina. O espectro da α -la nativa apresenta picos negativos entre 205 e 225, indicando a predominância de estruturas α -hélice. De acordo com Murakami e Ruller (2016), proteínas com estruturas secundárias como a

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

α -hélice tem CD característico em 222 nm, sendo que entre 240-180 nm corresponde à absorção da ligação peptídica. A maior mudança da estrutura secundária ocorreu quando a proteína foi nanoestruturada e quando ela encapsulou a quercetina. Dessa forma, a nanoestruturação da α -la ocasiona a desnaturação da proteína.

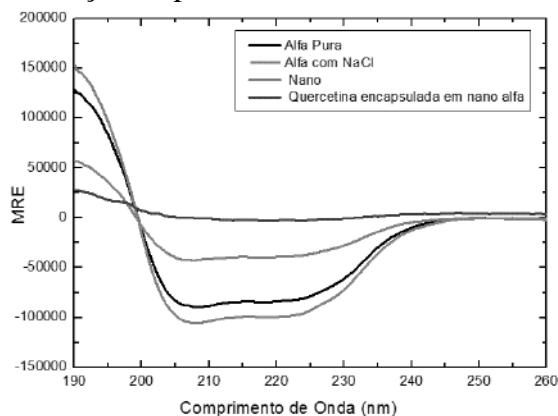


Figura 1 – Dicroísmo circular das estruturas de α -la em função do comprimento de onda.

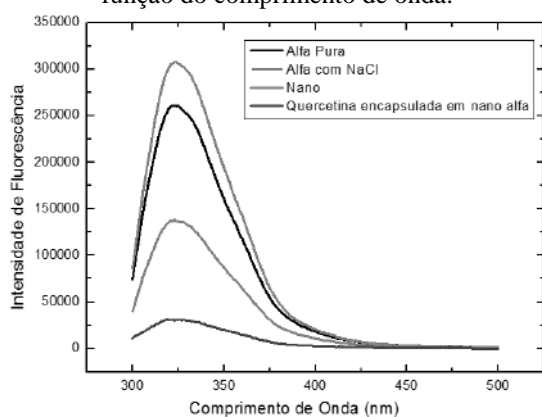


Figura 2 – Intensidade de fluorescência da α -la em condições diferentes.

A Figura 2 representa a intensidade de fluorescência das estruturas de proteína, o que permite avaliar a estrutura terciária da proteína. O resultado obtido corrobora com a mudança na estrutura secundária (CD), sendo que a nanoestruturação e a, conseqüente,

encapsulação provoca uma maior randomização da estrutura terciária.

4. Conclusões

A nanoestruturação da α -la provoca a desnaturação dela em suas estruturas secundárias e terciárias. Dessa forma, há um potencial dessas nanoestruturas apresentarem propriedades técnico-funcionais diferentes daquelas apresentadas pela proteína nativa.

5. Referências Bibliográficas

- ANTUNES, A. J. Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino. Editora Manole Ltda, 2003.
- GOMES, A. M. F. et al. Nanoestruturas de α -lactoalbumina para o encapsulamento de quercetina com futuras aplicações em alimentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016, Gramado. **Anais eletrônicos...** Gramado: FAURGS, 2016. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/1173.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2017
- LIVNEY, Y. D., Milk proteins as vehicles for bioactives. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, Haifa, Israel 15 (1–2), 73–83, 2010.
- MURAKAMI, L. M. Z.; RULLER R. Uso da técnica de dicroísmo circular para avaliação de proteínas com aplicações biotecnológicas. 2016.
- SEKHON, B. S. Food nanotechnology—an overview. **Nanotechnology, science and applications**, v. 3, n. 1, p. 1-15, 2010.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPEM, ao LNBio, à FAPEMIG e ao CNPq.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

AVALIAÇÃO ANTIMICROBIANA DA NANOQUITOSANA ÀS BACTÉRIAS GRAM-NEGATIVAS *ESCHERICHIA COLI* E *ENTEROBACTER*

Oliveira¹, D. G.; Fernandes¹, P.L.; Oliveira Junior¹, E.N.; Coimbra², J. S. R.; Santos¹, I. J. B.

¹ Universidade Federal de São João Del Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos / Engenharia de Bioprocessos

² Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Departamento de Tecnologia em Alimentos

E-mail: danieleg.oliveira@hotmail.com

1. Introdução

A quitosana (QT) é um polissacarídeo biodegradável amplamente estudado na obtenção de filmes, revestimentos e nanopartículas com propriedades antimicrobianas para fins alimentícios (HOSSEINI, et al., 2015).

Efeitos como bioatividade, biodegradabilidade, biocompatibilidade e potencial antimicrobiano são ainda maiores ao utilizar a QT nanoparticulada (NQ), pois o pequeno tamanho das partículas possibilita a entrada da QT mais facilmente na célula microbiana, interagindo com o DNA, e consequentemente, inibindo a síntese de RNAm e a transcrição do DNA, levando assim à morte o microrganismo (CRUZ- ROMERO et al, 2013).

Este trabalho visa a avaliação antimicrobiana da QT nanoestruturada às bactérias gram-negativas *Escherichia coli* e *Enterobacter* que são micro-organismos patogênicos veiculados por alimentos e utilizados pela AOAC (Association of Official Analytical Chemists) para a avaliação da eficiência de sanitizantes.

2. Material e Métodos

Obtenção da solução de nanoquitosana e quitosana: Uma solução com 1,5 mg.mL⁻¹ de QT foi dissolvida em ácido acético a 4,5 mg.mL⁻¹ sob agitação de 500 rpm a 25 °C durante 24h. Então, 20 mL de uma solução de 2,0 mg.mL⁻¹ de tripolifosfato de sódio foi gotejada em 70 mL de solução de QT a uma

taxa de 1 mL.min⁻¹ sob agitação a 2500 rpm e à 25 °C. Foram produzidos soluções com 2 e 3% (m/v).

Avaliação da atividade antimicrobiana das NQ e QT: O método utilizado foi o de difusão em ágar. Foram utilizadas culturas de *Escherichia coli* (ATCC 11229), *Enterobacter* (ATCC).

Inóculos de cada micro-organismo foram preparados por meio da suspensão direta em solução salina esterilizada a 0,85 % m/v, de colônias isoladas, selecionadas de uma placa de meio não seletivo tryptic soy ágar (TSA), inoculada com o micro-organismo e incubada a 35 °C por 18 a 24 h. A suspensão foi ajustada até sua turbidez coincidir com a da solução padrão de McFarland 0,5 (correspondente a uma concentração bacteriana de 10⁸ UFC.mL⁻¹). Placas contendo ágar Mueller-Hinton foram inoculadas com os micro-organismos friccionando-se um swab de algodão esterilizado umedecido com a solução do inóculo previamente preparado. Sobre a superfície do ágar inoculado foram colocados discos com 1,0 cm de diâmetro dos filmes com 50 µL de NQ e a QT. Foram utilizados concentrações diferentes de 2% e 3% de cada uma destas soluções. As placas foram incubadas à 35°C, e após 18h, os halos de inibição formados foram mensurados, incluindo o diâmetro do disco (CLSI, 2003).

3. Resultados e discussões

A Tabela 1 apresenta os resultados dos diâmetros médios dos halos de inibição de

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

crescimento das bactérias *Enterobacter* e *E.Coli*, em meio contendo solução de NQ e QT nas concentrações de 2 e 3% (m/v).

Tabela 1- Diâmetro médio dos halos formados para diferentes amostras em relação à *Enterobacter* e *E.Coli*.

Amostra	<i>Enterobacter</i>	<i>E.Coli</i>
	Halo (cm)	Halo (cm)
NQ (2%)	1,4	1,30
NQ (3%)	1,37	1,33
QT (2%)	1,33	1,33
QT (3%)	1,33	1,23

Elaboração: Próprios Autores, 2017.

A NQ com menor concentração criou maior halo de inibição de crescimento da *Enterobacter*, enquanto a QT nas duas concentrações originou halos de inibição de mesmo tamanho. Comparando a NQ com a QT, percebe-se que a eficiência de inibição do crescimento desse microrganismo quando utilizado a NQ foi maior.

O halo de inibição para o crescimento da *E.Coli* contendo NQ com 3% (m/v) foi maior quando comparado ao que continha 2% de NQ. Já ao utilizar a QT, percebeu-se que o disco que havia maior concentração obteve um halo menor que o disco contendo 2% (m/v). Logo as maiores eficiências na inibição deste microrganismo foram o da NQ contendo 3% (m/v) e da QT 2% (m/v).

Há diversos estudos quanto a atividade microbiana à *E.Coli*. Darmadji e Izumimoto (1994) observaram que a concentração de 0,01% (m/v) de QT (FA 0,15) inibiu o crescimento de bactérias *E. coli* durante estudos sobre conservação de carne. Este resultado relata a eficiência da QT no combate a contaminação microbiológica de alimentos (NEVES, 2013). Até o momento não há estudos que relatam a atividade antimicrobiana da QT à *Enterobacter*.

4. Conclusão

A partir do teste de difusão em ágar observou-se que todas as soluções de NQ e QT foram eficientes ao inibir o crescimento das bactérias gram-negativas utilizadas. Porém, mais estudos devem ser realizados a fim de se

obter uma melhor compreensão da ação antimicrobiana das NQs. Objetiva-se, futuramente, a produção de embalagens comestíveis para preservação de goiaba pós-colheita a partir dessas nanoestruturas.

5. Referências

- Association of Official Analytical Chemists International (AOAC), 2012. Official methods of analysis, of AOAC international (19th ed.). CLINICAL LABORATORY STANDARDS INSTITUTE – CLSI. **Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests**. Norma aprovada – Oitava Edição. M2 – A8, 23, 1, 2003.
- CRUZ-ROMERO , M.C.; MURPHY , T.; MORRIS, M. CUMMINS, E. KERRY, J.P. Antimicrobial activity of chitosan, organic acids and nano-sized solubilates for potential use in smart antimicrobially-active packaging for potential food applications. *Food Control*, 34, 393-397, 2013.
- DARMADJI P.; IZUMIMOTO, M. Effect of chitosan in meat preservation. *Meat Science*, v. 38, n. 2, p. 243-254, 1994.
- Hosseini, S. F.; Rezaei, M.; Zandi, M.; Farahmandghavi, F., Fabrication of bio-nanocomposite films based on fish gelatin reinforced with chitosan nanoparticles. *Food Hydrocolloids* **2015**, *44*, 172-182.
- NEVES, A. L. D. P. (2013). Preparação e caracterização de nanopartículas de quitosana incorporadas com zinco com potencial atividade cicatrizante e antimicrobiana.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEMIG e ao CNPq.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

AVALIAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE OURO ASSOCIADA AOS EFEITOS SISTÊMICOS DA TOLERÂNCIA ORAL NO REPARO DE FERIDAS EM PELE DE CAMUNDONGOS

Juan Fillipe da Silva Monteiro¹, Rosiane Aparecida de Castro², Luiz Orlando Ladeira³, Cláudia Rocha Carvalho⁴, Érika Lorena Fonseca Costa de Alvarenga⁵, Raquel Alves Costa⁵;

1-Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), graduando em Ciências Biológicas-juan.fillipi@gmail.com

2-Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), graduanda em Ciências Biológicas

3- Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Professor do Departamento de Física- ICEX

4- Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Professora do Departamento de Morfologia- ICB

5- Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); Professora do Departamento de Ciências Naturais-Campus Dom Bosco, Praça Dom Helvécio, 74, Fábricas, CEP 36301-160, São João del-Rei (MG); (32) 3379 2483; raquel.costa@ufs.j.edu.br

E-mail: autor@wxyz.br

1. Introdução

Nanoesferas de ouro, nanorods, nanoshells, nanocages e nanopartículas tem sido utilizados em ensaios *in vitro*, *ex vivo* e *in vivo* na terapia de câncer. A otimização de nanomateriais com a utilização de fármacos também tem sido uma ferramenta de tratamento de diversas patologias (Cai et al, 2008). Dependendo do tecido as nanopartículas terão várias barreiras para atravessarem e atuarem corretamente. A pele possui várias barreiras que dificultam a liberação e ação das nanopartículas. A utilização de modelos de nanomateriais que atravessam vários tecidos já vem sendo estudada em pele humana e de cobaias. No entanto, muitos estudos ainda são *in vitro* (Labouta e Schneider, 2013). Uma fonte diária de estímulos para a atividade imunológica são os alimentos. Assim, a ingestão voluntária por via oral de uma proteína seguida de imunizações parenterais com a mesma proteína, gera uma redução de resposta imune (Vaz et al., 1997). Já temos evidências que a ingestão oral de ovalbumina (OVA) melhora a cicatriz de feridas incisionais e excisionais em camundongos jovens (Costa et al, 2011; 2016). A partir desses estudos avaliou-se os efeitos sistêmicos da tolerância oral, associados a nanopartículas de ouro, no dia em que foi feita

uma ferida excisional na pele de camundongos jovens, diminui o infiltrado inflamatório na região ferida e regenerar a ferida.

2. Materiais e métodos

A indução de tolerância oral foi por ingestão voluntária da solução de 1:5 de clara de ovo, durante 5 dias consecutivos em camundongos Swiss-machos-(10 semanas). Os Grupos Tolerante, NP1 + OVA-(Nanopartícula-1), NP2 + OVA-(Nanopartículas-2) receberam OVA durante os 5 dias (d) consecutivos. Os grupos controles receberam água *ad libitum*. Após 7d o grupo Tolerante foi imunizado *i.p.*, com 10 µg OVA + 1,6 mg Al(OH)₃. Todos os grupos foram anestesiados com Ketamina + Xilazina. Após tricotomia e assepsia sofreram uma ferida excisional de 7 mm de diâmetro utilizando um *punch* dermatológico nos dois lados do dorso. Em seguida foram adicionados nos dois lados da ferida dos animais dos 20 µL de solução. Todas as feridas foram fechadas com micropore 3M. A eutanásia foi realizada após 28d e um fragmento de pele contendo a ferida foi cortado e fixado em formalina de Carlson em tampão Milloning (pH-7.0) por 24 h para avaliação histológica.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Avaliou-se a porcentagem do fechamento da lesão excisional 28d após a lesão através do programa ImageJ (<https://imagej.nih.gov/ij>). A análise estatística foi realizada através de análise de variância seguida do teste de Student New-Keuls-Graphpad-Prism-7, $p \leq 0,05$.

3. Resultados e Discussão

Os resultados mostram (Figura 1) que não houve diferenças significativas na cinética e porcentagem do fechamento das feridas dos diferentes grupos testados. Entretanto, há diferenças histológicas entre os grupos.

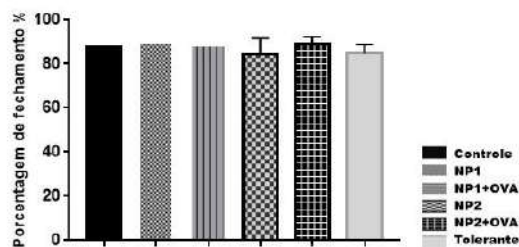


Figura 1 – Porcentagem do fechamento das feridas

4. Considerações Finais

Não houve diferenças significativas na cinética e fechamento das feridas, porém houve diferenças histológicas entre os grupos avaliados. Esses resultados possibilitarão a utilização futura de nanopartículas em modelos de feridas com diabetes e queimaduras associadas ao efeito sistêmico da tolerância oral

5. Referências

Cai W, Gao T, Hong H, Sun J. (2008) Applications of gold nanoparticles in cancer nanotechnology. *Nanotechnol Sci Appl*. Sep 19;1:17-32
Costa, R. A.; Ruiz-de-Souza, R.; Azevedo Jr., G. M.; Gava, E.; Kitten, G. T.; Vaz, N.

M; Carvalho, C. R. (2011). *Indirect effects of oral tolerance improve wound healing in skin* *Wound Rep Reg* 19 487–497.
Faria, A.M., and Weiner, H.L. (1999). *Oral tolerance: mechanisms and therapeutic applications*. *Adv Immunol* 73, 153-264.
Hashimoto M, Sasaki JI, Yamaguchi S, Kawai K, Kawakami H, Iwasaki Y, Imazato S.(2015). Gold Nanoparticles Inhibit Matrix Metalloproteases without Cytotoxicity. *J Dent Res*. Aug; 94(8):1085-91
Labouta HII, Schneider M.(2013). Interaction of inorganic nanoparticles with the skin barrier: current status and critical review. *Nanomedicine*. Jan; 9(1):39-54
Vaz, N., Faria, A.M., Verdolin, B.A., and Carvalho, C.R. (1997). Immaturity, ageing and oral tolerance. *Scand J Immunol*. 46, 225-229.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

NANOENCAPSULAÇÃO DE MOLÉCULAS BIOATIVAS EM NANOQUITOSANAS

Oliveira¹, D. G.; Leite¹, L.C.; Oliveira Junior¹, E.N.; Coimbra², J. S. R.; Santos¹, I. J. B.

¹ Universidade Federal de São João Del Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos / Engenharia de Bioprocessos

² Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Departamento de Tecnologia em Alimentos

E-mail: danieleg.oliveira@hotmail.com

1. Introdução

A indústria de alimentos tem incorporado cada vez mais tecnologia em seus produtos. Dentre as inovações do setor, destacam-se a incorporação de moléculas bioativas nos alimentos, como a quercetina (Qc) e a vitamina B2 (B2). Porém, a eficácia dessas moléculas são prejudicadas durante o processamento industrial, pois são sensíveis a diversos fatores como oxigênio e luminosidade (CORREIA et al., 2008). Portanto, há a necessidade de encapsulá-las, protegendo-as. A quitosana (QT) nanoestruturada mostra-se viável para isso, pois é um polissacarídeo biocompatível, biodegradável, com baixa toxicidade e baixo custo (TIYABOONCHAI, 2003). Dessa forma, este trabalho visa à obtenção de nanoestruturas de QT e encapsulação das biomoléculas, Qc e B2, nestas nanopartículas.

2. Material e Métodos

Nanoestruturas de quitosana (NP) foram obtidas, com algumas modificações, em acordo com Calvo et al (1997) e Vimal et al (2012). Uma solução com 1,5 mg.mL⁻¹ de QT foi dissolvida em ácido acético a 4,5 mg.mL⁻¹ sob agitação 500 rpm a 25 °C durante 24h. Então, 20 mL de uma solução de 2,0 mg.mL⁻¹ de tripolifosfato de sódio foi gotejada em 70 mL de solução de QT a uma taxa de 1 mL.min⁻¹ sob agitação a 2500 rpm e 25 °C.

Encapsulação de Qc e B2: Uma solução estoque de Qc a 2 mg.mL⁻¹ foi preparada em etanol 98%. Alíquotas diferentes dessa solução

foram adicionadas à solução de QT e NP. Já a solução estoque de B2 a 0,06 mg.mL⁻¹ foi preparada em água destilada. Alíquotas diferentes dessa solução foram adicionadas à dispersão de NP e de QT. Amostras de ambas soluções foram agitadas manualmente por 5 min e levadas à centrifugação a 13500 rpm, 20°C por 30 min.

Após esse processo, as amostras foram diluídas e analisadas em espectrofotômetro UV-Vis Global Trade Technology (São Paulo, Brasil) em 373 nm para amostras contendo Qc e 445 nm para amostras com B2. Já o pellet foi seco em estufa a 50°C. A eficiência de encapsulamento (EE) e a capacidade de ligação (LC) foram obtidos pelas Equações 1 e 2.

$$EE(\%) = (W_{total} - W_{livre})100/W_{total} \quad (1)$$

$$LC(\%) = (W_{total} - W_{livre})100/W_{np} \quad (2)$$

Onde W_{total} é o total de bioativo adicionado na NP ou na QT, W_{livre} é o total de bioativo livre encontrado no sobrenadante e W_{np} é o valor do bioativo ligado à NP ou QT.

3. Resultados e discussões

A Figura 1 mostra a EE e a LC em função da concentração de Qc na dispersão de NP e QT em µg.mL⁻¹.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

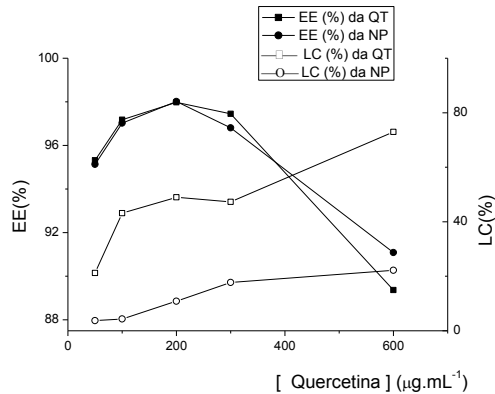


Figura 1: Eficiência e Capacidade de ligação vs Concentração de quercetina.

A NP apresentou uma eficiência de encapsulação máxima de 98,01 % ao encapsular a Qc à uma concentração de 200 µg.mL⁻¹. Nesta mesma concentração, a eficiência de encapsulação máxima utilizando QT foi de 97,97 %. No entanto, o LC em QT foi maior do que o LC das NP com a Qc..

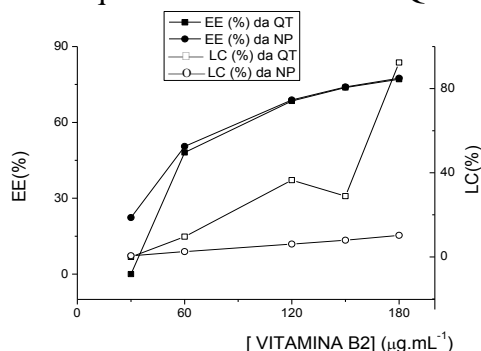


Figura 2: Eficiência e Capacidade de Ligação vs Concentração de vitamina B2

A Figura 2 mostra a EE e LC em função da concentração de B2 na dispersão de NP e QT. O dispositivo de encapsulação QT apresentou uma eficiência de 77,07% e o encapsulante NP obteve 77,5% de eficácia, ambos utilizando a mesma concentração.

4. Conclusão

A quitosana e a nanoquitosana mostraram-se eficientes dispositivos de encapsulação de moléculas hidrofóbicas e moléculas hidrofílicas como quercetina e vitamina B2, respectivamente. A quercetina apresentou uma eficiência de encapsulação máxima de 97,97 % utilizando QT e 98,01% utilizando NP. Já a

vitamina B2, a máxima EE(%) foi de 77,07% utilizando QT e 77,50% utilizando NP. Portanto, os resultados obtidos são vantajosos para aplicações na indústria de alimentos, pois moléculas bioativas encapsuladas agregam valores funcionais e nutricionais ao produto, uma vez que a liberação destes compostos é controlada.

Referências Bibliográficas

- CALVO, P.; REMUNAN-LOPEZ, C.; VILA-JATO, J.; ALONSO, M., Novel hydrophilic chitosan-polyethylene oxide nanoparticles as protein carriers. *Journal of Applied Polymer Science* **1997**, 63 (1), 125-132.
- CORREIA, L. F. M.; FARAONI, A. S.; PINHEIRO- SANT'ANA, H. M. **Effects of industrial foods processing on vitamins stability.** *Alim. Nutr.*, Araraquara, v.19, n.1, p. 83-95, jan./mar. 2008.
- VIMAL, S.; TAJU, G.; NAMBI, K. S. N.; ABDUL MAJEED, S.; SARATH BABU, V.; RAVI, M.; SAHUL HAMEED, A. S., Synthesis and characterization of CS/TPP nanoparticles for oral delivery of gene in fish. *Aquaculture* **2012**, 358–359, 14-22.
- TIYABOONCHAI, Waree. Chitosan Nanoparticles : A Promising System for Drug Delivery. *Naresuan University Journal*, v. 11, n. 3, p. 51-56, 2003.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

OBTENÇÃO DE FILMES DE GOMA TARA INCORPORADOS COM NANOESTRUTURAS DE CARBONATO DE CÁLCIO VISANDO A PRESERVAÇÃO DE FRUTO PÓS-COLHEITA

Moreira¹, J.; Silva¹, C. R.; Júnior¹, E. O. N.; Coimbra², J. S. R.; Santos¹, I. J. B..

¹ Universidade Federal de São João del Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos, Ouro Branco, MG, Brasil

² Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Viçosa, MG, Brasil

E-mail: igorboggione@ufsj.edu.br

1. Introdução

A pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias inovadoras para aplicação em frutas, tais como a goiaba, objetivando minimizar seu intenso metabolismo e prolongar seu tempo de vida, é extremamente interessante para a indústria, visto a ausência de procedimentos práticos satisfatórios para a manutenção da qualidade da goiaba por um maior período de tempo^[1]. Neste contexto, a utilização da nanotecnologia em embalagens surge com grande potencial de inovação para o setor^[2]. Portanto, o objetivo deste estudo foi a obtenção e a caracterização parcial de filmes de goma tara (GT) incorporados com nanoestruturas de carbonato de cálcio, visando a preservação de goiabas pós-colheita, a fim de agregar valor à cadeia produtiva desta fruta e desenvolver materiais estratégicos para a indústria alimentícia, gerando benefícios fisiológicos, farmacológicos, microbiológicos e nutricionais através de mudanças nas propriedades físico-químicas da fruta.

2. Material e Método

A GT foi obtida do laboratório GastronomyLab (Brasília/DF, Brasil), o hidróxido de sódio e o carbonato de sódio do ProLab (São Paulo/SP, Brasil), o nitrato de sódio e o nitrato de cálcio do Labsynth (Diadema/SP, Brasil). Em todos os experimentos, foi utilizada água destilada

proveniente de osmose Hidrotek (Santa Iria de Azóia, Portugal). Os demais reagentes utilizados foram de graus analíticos não havendo purificação adicional. As nanoestruturas de carbonato de cálcio de tamanho 28,5 nm utilizadas neste estudo, foram obtidas em pesquisas anteriores.

As soluções de GT foram preparadas através da diluição em água de 1% (m/v) de GT, a 25 °C por ~24 h, até a obtenção de uma solução homogênea, em seguida, 18,4% (m/m) de glicerol foi adicionado como plastificante. As nanoestruturas de carbonato de cálcio à 1 e 2 % g.g⁻¹ com base na massa de GT foram adicionadas às soluções, e levadas ao ultrassom por 4 horas com o objetivo de dispersá-las. Os filmes foram confeccionados pela técnica de Casting, em placas de vidro retangulares (20 x 15 cm), através da deposição de 100 ml de solução para os filmes incorporados de nanoestruturas e 120 ml para os filmes puros, os quais foram submetidos à secagem em estufa à 35°C durante 48h.

A espessura média dos filmes foi calculada medindo 6 pontos aleatórios, com o auxílio de um micrômetro (Micrômetro Externo Série 436.1M 0 – 25 mm, STARRETT-V436.1MXRL25, Made in PRC), com precisão de 0,001 mm. Para análise de gramatura foram recortados corpos de prova, em tamanhos de 2x2 cm e pesados em balança analítica (Balança Analítica AY 220,

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Shimadzu Corporation, Barueri/São Paulo, Brasil), com precisão de 0,001 g. Os teores de gramatura em g.m^{-2} foram obtidos dividindo o peso do filme por sua área.

Os experimentos foram realizados em triplicata.

3. Resultados e Discussões

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos com as análises de espessura e gramatura para todos os filmes confeccionados (0, 1 e 2% de CaCO_3).

Tabela 1 - Valores médios e desvio padrão, obtidos nas análises de espessura e gramatura dos filmes produzidos.

CaCO_3 (%)	Espessura média (μm)	Gramatura (g.m^{-2})
0	0,0171 $\pm 0,0030$	42,083 $\pm 0,003$
1	0,0186 $\pm 0,0024$	78,333 $\pm 0,009$
2	0,0208 $\pm 0,0029$	110,333 $\pm 0,008$

Notou-se um crescimento tanto da espessura quanto da gramatura proporcional à quantidade de nanoestrutura incorporada, características que implicam na alteração de algumas propriedades, como força de perfuração, permeabilidade ao vapor de água, bem como de propriedades mecânicas^{[3][4]}. Além disso, os filmes incorporados com CaCO_3 apresentaram-se mais opacos em comparação ao filme isento de nanoestrutura, este fato deve-se as características do CaCO_3 nanoestruturado, que é sólido e possui coloração branca, mostrando-se favorável para aplicação em frutos fotossensíveis.

É importante salientar que a GT, bem como, o CaCO_3 possuem status GRAS (*Generally Recognized as Safe*), além disso a GT é um aditivo alimentar autorizado pela

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

4. Conclusões

Os filmes de GT incorporados com nanoestrutura de CaCO_3 apresentaram modificações, o que pode proporcionar aos mesmos propriedades diferenciadas. A continuidade das pesquisas e a caracterização mais aprofundada dos filmes se fazem necessárias, sendo estes os próximos passos.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEMIG e CNPq.

6. Referências Bibliográficas

- GILL, K. S. et al. Enhancing postharvest shelf life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Allahabad Safeda by pre-harvest application of hexanal containing aqueous formulation. *Postharvest Biology and Technology*, v. 112, p. 224-232, 2016.
- QUINA, F. H. Nanotecnologia e o meio ambiente: perspectivas e riscos. *Química Nova*, v. 27, n. 6, p. 1028-1029, 2004.
- MALI, S. et al. Mechanical and thermal properties of yam starch films. *Food Hydrocolloids*, v. 19, n. 1, p. 157-164, 2005.
- PARK, H. J.; CHINNAN, M. S. Gas and water vapor barrier properties of edible films from protein and cellulosic materials. *Journal of food engineering*, v. 25, n. 4, p. 497-507, 1995.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE NANOESTRUTURAS DE β - LACTOGLOBULINA/QUERCETINA

Laurindo¹, W. C.; Silva¹, C. R.; Coimbra, J. S. R.²; Mageste, A. B.³; Santos¹, I. J. B.

¹ Universidade Federal de São João del Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos, Ouro Branco, MG, Brasil

² Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Tecnologia em Alimentos

³ Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Química

E-mail: igorboggione@ufsj.edu.br

1. Introdução

A β -lactoglobulina (β -lg) é uma proteína atrativa para estudo, por possuir propriedades de estabilização de espuma, formação de géis, emulsificação, além de ser constituinte majoritário do soro do leite, efluente de alto impacto ambiental^{[1][2]}. Sua estrutura proteica está diretamente relacionada à função biológica, tecnológica e aplicações industriais. A nanotecnologia surge como ferramenta para modificações estruturais em biomoléculas^[3], tais como as proteínas, possibilitando a melhora de determinadas características e colaborando para a elucidação da relação estrutura-função das mesmas^[1]. Portanto, objetivou-se analisar as alterações estruturais da β -lg ao se nanoestruturar via técnicas de Dicroísmo Circular (DC) e Fluorescência.

2. Material e Método

A β -lg foi gentilmente cedida pela Davisco Foods International (EUA). Nos experimentos foram empregados água destilada purificada através de osmose reversa Hidrotek (Portugal) e reagentes químicos de graus analíticos. O encapsulamento de quercetina foi realizado por Da Costa et al. (2017) em pesquisas anteriores, no qual obteve-se a melhor nanoestrutura (109 nm) a 100°C, com 50mM NaCl e 60 min de agitação.

O dicroísmo circular foi avaliado em espectropolarímetro (Jasco Corporation, Japão) equipado com controle de temperatura Peltier (PFD 425S, Jasco, Japão) acoplado a um banho

termostático (AWC 100, Julabo, Alemanha). As medidas ocorreram a 25°C utilizando cubeta de quartzo (Hellm Analytics, Alemanha) de 10 mm, na faixa de comprimento de onda de 190 a 260nm. A Elipicidade Máxima Residual (MRE) foi calculada através da equação 1.

$$MRE = \frac{\theta_{obs}}{10n_lCp} \quad (1)$$

Onde, θ_{obs} é o dicroísmo em miligrados, n é o número de resíduos de aminoácidos, l o caminho ótico em cm e Cp a concentração molar em dmol.cm⁻³.

A fluorescência foi analisada em K2 espectrofluorímetro (ISS, EUA) com cubeta de quartzo (Hellma Analytics, Alemanha) a 25 °C (9001, Polysciencia, EUA) na faixa de comprimento de onda de 290 a 450nm.

3. Resultados e Discussões

A Figura 1 mostra os espectros de DC das amostras de β -lg, sem tratamento (β -lg nativa) e após os tratamentos. O espectro obtido para β -lg nativa é típico de uma proteína β -folha, apresentando pico negativo em 218-216 nm e um positivo em 198-196 nm, caracterizando-se como uma estrutura secundária de bobina aleatória típica, sendo que, a principal característica estrutural secundária da β -lg é a predominância de uma série de β -folhas antiparalelas^{[3][4]}. Nota-se redução na intensidade do sinal negativo em torno de 205-210 nm nos tratamentos 3, 6 e 7, sugerindo a

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017

Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

ocorrência de mudanças conformacionais durante a nanoestruturação da proteína.

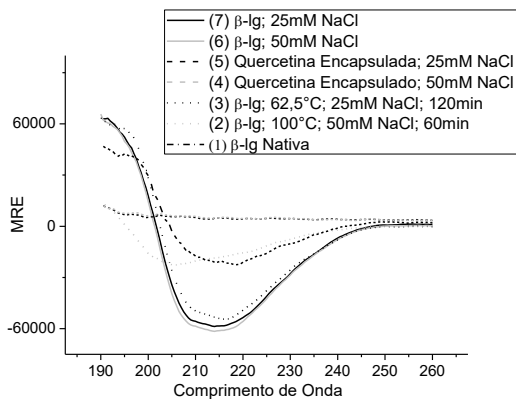


Figura 1 – Espectro de dicroísmo circular para a proteína β -Ig nativa e tratada em diferentes parâmetros.

Percebe-se ainda que no tratamento 2 ocorreu uma diminuição da intensidade, além de um deslocamento das bandas negativas e positivas para a esquerda, apresentando-se respectivamente em ~ 208 nm e 190 nm, característico de uma proteína α -hélice, indicando possível perda de estruturas secundárias regulares, fato provavelmente devido à nanoestruturação [3]. Os tratamentos 4 e 5 provocarão a randomização da estrutura da nanoproteína ao se ligar com a Quercetina, a ponto de não apresentar bandas no DC [4].

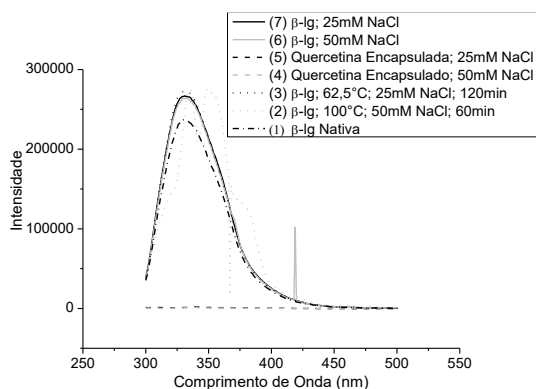


Figura 2 – Espectro de emissão de cromóforos da proteína β -Ig nativa e tratada em diferentes parâmetros.

A Figura 2 mostra os espectros de fluorescência das amostras de proteína. A emissão máxima para β -Ig nativa foi em 330 nm, típico dessa proteína. Os tratamentos 2, 3,

6 e 7 apresentaram picos mais intensos, em comparação com a β -Ig nativa, com destaque para as proteínas que sofreram tratamento térmico, indicando que o ambiente químico se tornou mais apolar [4]. Quanto à encapsulação de quercetina, os dados concordam com os resultados obtidos no DC, sugerindo que ocorreu a desnaturação proteica [3].

4. Conclusões

A modificação da estrutura da β -Ig ao se nanoestruturar foi confirmada, sendo possível avaliar ainda o impacto da encapsulação de quercetina sobre a estrutura proteica, verificando um ambiente apolar da nanoestrutura.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPEM, ao LNBio, à FAPEMIG e ao CNPq.

6. Referências Bibliográficas

- [1] URREJOLA, L. C. H. Efeitos da radiação gama na β -lactoglobulina: Modificações estruturas e agregação. 152 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- [2] DA COSTA, R. N. et al. Nanoestruturas de β -lactoglobulina e sua capacidade de encapsular moléculas bioativas. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA.12., 2017, São Carlos. Resumos. São Carlos, 2017. P. 6.
- [3] COIMBRA, J. S. R. et al. Production, characterization and foamability of α -lactalbumin/glycomacropeptide supramolecular structure. **Food Research International**. v. 64, p. 157-165, 2014.
- [4] GOLTZ, C. Avaliação da interação da β -lactoglobulina, pectina e carboximetilcelulose separadamente por calorimetria de titulação isotérmica. 83f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

**I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E
BIOTECNOLOGIA**

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Microbiologia



I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

ANÁLISE DOS EFEITOS CITOTÓXICO E ANTIVIRAL DE EXTRATO E ISOLADO DE *PSYCHOTRIA* SP FRENTE AOS VÍRUS ZIKA E MAYARO

Moraes^{1*}, T. F. S.; Ferraz¹, A. C.; Hauck¹, M. S.; Lima¹, C. F.; Vieira Filho, S. A.²; Magalhães¹, J.C.

¹Universidade Federal de São João Del Rei, *Campus* Alto Paraopeba, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos (DQBIO), Ouro Branco, MG.

²Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Farmácia da UFOP, Ouro Preto, MG.

*E-mail: thais.moraes00@hotmail.com

1. Introdução

As febres causadas por *Zika virus* (ZIKV) e *Mayaro virus* (MAYV) foram, por décadas, doenças negligenciadas em função de seus sintomas e pelo limitado número de casos. Nos últimos anos, entretanto, inúmeros surtos relacionados a esses vírus foram relatados, e os vírus atualmente são emergentes problemas de saúde pública, em função da severidade de seus quadros clínicos (Barrows, N. L., 2016; Chaves, M. R. O. et al, 2015).

Até o momento, não há drogas antivirais ou vacinas, contra esses vírus, o combate ao principal vetor não é eficaz, e vem permitindo o aparecimento de novas epidemias. Mesmo tratando-se de doenças de evolução benigna, a maioria dos pacientes procura atendimento médico, principalmente em prontos-socorros, causando superlotação (Vasconcelos, P. F. C., 2015; Yasuhara-Bell & Yuanan, 2010).

Nesse contexto, os produtos naturais surgem de forma atrativa como fitoterápicos, e devido à sua complexidade química, podem limitar a resistência e aumentar a aplicabilidade de utilização em várias doenças. Além disso, a maioria deles possui baixa citotoxicidade, são de rápida degradação no ambiente, e muitos já são empregados pela medicina popular, ingeridas como infusão

aquosa e outros (Yasuhara-Bell & Yuanan, 2010).

A família Rubiaceae possui mais de 13000 mil espécies de plantas, e só o gênero *Psychotria* possui cerca de 1900 espécies, sendo que em mais de 1000 delas foram identificados extratos bioativos com atividade antibacteriana, antiviral, antifúngica e anti-inflamatória (Kowalczyk, A. P., 2015; Quinteiro, M. M. C, 2007).

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a citotoxicidade e atividade antiviral, com seus possíveis mecanismos de ação no extrato metanólico (D4) de *Psychotria* sp e seu isolado (Dimetilriptamina-DMT) contra os arbovírus Zika e Mayaro.

2. Material e Métodos

Inicialmente, utilizando-se células de mamífero Vero, por meio da técnica do metiltiazol-tetrazólio (MTT), foram realizados ensaios de citotoxicidade, obtendo-se a concentração citotóxica para 50% das células (CC₅₀). Em seguida, obteve-se a concentração efetiva protetiva para 50% das células infectadas (CE₅₀). A partir da relação entre a CC₅₀ e a CE₅₀, calculou-se o índice de seletividade (IS), o qual indica o quanto um composto inibe o parasita sem afetar o hospedeiro.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Os ensaios seguintes foram conduzidos no sentido de iniciar a caracterização de possíveis mecanismos de ação, adicionando-se os compostos antes, durante e em diferentes momentos após a infecção, abrangendo adsorção viral, penetração, etapas precoces e tardias do ciclo de infecção viral e efeito virucida.

3. Resultados e Discussão

Para o extrato D4, nenhuma atividade citotóxica foi detectada até a maior concentração avaliada (500µg/mL). Para o isolado DMT, a CC_{50} foi de 119,3 µg/mL. A partir desses valores, foram direcionados ensaios antivirais, adicionando-se as substâncias juntamente à infecção viral, feita a uma multiplicidade de infecção (MOI) de 0,1 vírus por célula.

Para o *Mayaro virus*, a concentração efetiva (CE_{50}) encontrada foi de 44,51µg/mL para o extrato D4 e de 27,62µg/mL para a DMT. Já para o *Zika virus*, a CE_{50} foi de 47,85µg/mL do extrato e de 31,87µg/mL para a DMT. Nossos dados mostraram IS todos acima de 3, conforme recomenda a literatura.

Para o MAYV, observou-se efeito virucida para o extrato D4 a partir da concentração 31,25µg/mL, não ocorrendo o mesmo com a DMT, que não inibiu a infecção em nenhuma das concentrações testadas. Ao se avaliar o efeito apenas na adsorção do vírus, tanto o extrato D4 quanto a DMT não apresentaram proteção efetiva, quando comparados aos controles. Na etapa de penetração viral, foi observada atividade somente para o extrato D4 a partir da concentração de 125,0µg/mL.

Avaliando-se o efeito em etapas precoces e tardias do ciclo viral, os resultados mostraram que tanto D4 quanto DMT foram capazes de inibir a multiplicação do MAYV quando adicionados 30' antes da infecção. Quando adicionados 1h e 3h após a infecção, apenas a

DMT foi capaz de inibir parcialmente a infecção.

4. Conclusão

Esses dados mostram que extrato dessa planta possui ação antiviral contra os arbovírus Zika e Mayaro, e a DMT pode ser um de seus princípios ativos, possivelmente agindo em sinergia com outro/s composto/s. Estudos estão sendo conduzidos também para ZIKV.

5. Referências bibliográficas:

- Bézivin C.; Tomasi S.; et al, **Cytotoxic activity of some lichen extracts on murine and human cancer cell lines**. *Phytomedicine*, 10:499-503, 2003.
- Barrows, N. L.; Campos, R. K.; et al, **A Screen of FDA-Approved Drugs for Inhibitors of Zika Virus Infection**, *Cell Host & Microbe* 20, 259–270, Elsevier, 2016.
- Chaves, M. R. O.; Bernardo, A. S.; et al, **Dengue, Chikungunya e Zika: a nova realidade brasileira**; Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Paulista, 2015.
- Kowalczyk, A. P.; Lozak, A.; Bachlinski, R.; et al, **Identification challenges in examination of commercial plant material of *Psychotria Viridis***; *Acta Pol Pharm*, 72(4):747-55, 2015.
- Quinteiro, M. M. C.; Teixeira, D. C.; et al. **Anatomia foliar de *Psychotria viridis* Ruiz & Pav. (Rubiaceae)**. *Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida, Seropédica, RJ: EDUR*, v. 26, n2 p. 30-41, jul-dez,2007.
- Vasconcelos, P. F. C., **Doença pelo vírus Zika: um novo problema emergente nas Américas ?** *Rev Pan-Amazônica Saúde*, p. 9–10, 2015.
- Yasuhara-Bell & Yuanan, **Marine compounds and their antiviral activities**. *Antiviral Research*, v. 86, p. 231–224, 2010.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

ANÁLISE MICROSCÓPICA DA BIOCORROSÃO DE UM AÇO C-Mn

Ananias¹, J.; Trindade², V. B.

¹ Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos / Engenharia de Bioprocessos

² Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Engenharia Metalúrgica / Engenharia Metalúrgica e Vallourec Soluções Tubulares do Brasil, Jeceaba

E-mail: juniananias@gmail.com

1. Introdução

Desde o ano de 1991, reconheceu-se que a enorme presença de mexilhão dourado no Rio da Prata na Argentina estava causando graves impactos ambientais na biodiversidade. Desde então, sua presença foi detectada em vários países da América do Sul, incluindo o Brasil [1]. Vários estudos foram conduzidos para entender a dinâmica de sua proliferação, bem como estratégias para evitar o seu crescimento e degradação [2].

Um dos efeitos deletérios do mexilhão dourado é a corrosão das estruturas de aço. Sistemas de geração de energia elétrica por hidrelétricas, bem como cascos de navio são severamente afetados pela corrosão causada pelo mexilhão dourado, levando a grandes perdas econômicas e riscos de segurança desses componentes. Portanto, os estudos que visam compreender o mecanismo de corrosão do aço neste ambiente complexo são essenciais para a economia e a segurança das estruturas que trabalham na presença deste tipo de ambiente de biocorrosão.

2. Material e Métodos

Para estudar o fenômeno da biocorrosão causada pelo mexilhão dourado, realizaram-se experimentos sistemáticos em laboratório utilizando um aço C-Mn (ASTM A36) exposto, por diferentes tempos, ao ambiente contendo o mexilhão dourado (exposições de 1 mês e 6 meses). Bem como, amostras em

condições do serviço (*in-service*) foram investigadas (exposição de aproximadamente 12 meses). Todas as amostras foram analisadas usando Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) combinado com a técnica de Espectroscopia de Raios X por Energia Dispersiva (EDS). Análises de superfície utilizando Elétrons Secundários (SE - *secondary electrons*) e análises da seção transversal polida utilizando Elétrons Retroespalhados (BSE - *back-scattered electrons*) foram realizadas para investigar a morfologia e a natureza dos produtos de corrosão formados em diferentes condições de exposição. A Figura 1 mostra a condição macroscópica das amostras estudadas.

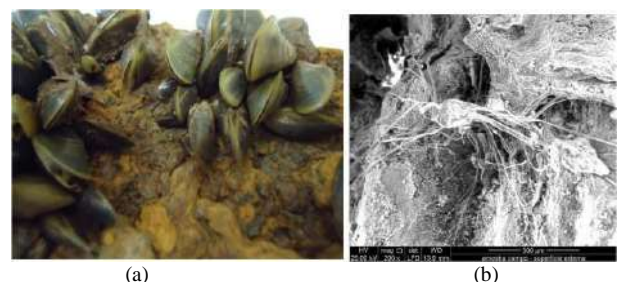


Figura 1 - Exemplo da condição da superfície do aço ASTM A36 em condições de serviço. (a) Superfície coberta pelo mexilhão e (b) Detalhe da fixação do mexilhão no aço.

3. Resultados e Discussão

Em amostras com tempo de exposição de 1 mês pode ser observado na superfície um biofilme formado na presença de bactérias e

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
 Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

outros microrganismos. No entanto, o tempo de exposição (1 mês) não foi suficiente para o desenvolvimento do mexilhão dourado. Neste caso, a corrosão foi homogênea em toda a superfície da amostra. O mecanismo de corrosão foi regido por características eletroquímicas. Na amostra com tempo de exposição de 6 meses, o mexilhão dourado se desenvolveu e atingiu um tamanho de até 30mm, formando pequenas colônias. A corrosão foi mais heterogênea e mais severa nas regiões onde os mexilhões dourados estavam presentes. Na amostra com tempo de 12 meses, em condições de serviço, observou-se uma corrosão severa. Observou-se diferentes estágios do processo de corrosão. Mesmo sem a presença do mexilhão dourado, a corrosão é conduzida pelos microrganismos aquáticos, causando corrosão severa com diferentes morfologias de produtos corrosivos. O produto de corrosão parece crescer pela coalescência de pequenos tubérculos, que é típico da ação de ferrobactérias também chamadas bactérias depositantes de ferro que produzem depósitos laranjas de óxido de ferro e hidróxidos de ferro. O produto principal de corrosão massiva foi hidróxido de ferro do tipo $\text{Fe}^{3+}\text{O}(\text{OH})$ [3].

A análise morfológica dos produtos de corrosão causados pela presença do mexilhão dourado permitiu compreender os mecanismos básicos do processo de corrosão. Foi observada uma ação sinérgica de pelo menos três tipos de bactérias, como Bactérias Redutoras de Sulfato (Figura 2a), Bactérias Depositantes de Ferro e Bactérias Anaeróbicas redutoras de Fe^{3+} , que produzem carbonatos a partir da magnetita (Figura 2b). As observações da seção transversal expõem como o aço foi corroído, primeiro por um tipo de corrosão interna seguida de uma deterioração completa do substrato inteiro formando uma película de corrosão espessa.

Bactérias que promovem a oxidação do ferro são do tipo *Gallionella*, *Sphaerotilus*, *Crenothrix*, e *Leptothrix*, as quais oxidam íons

de ferro para obterem energia. Estas bactérias tem a habilidade de metabolizar íons de ferro em óxido de ferro hidratado (hidróxido).

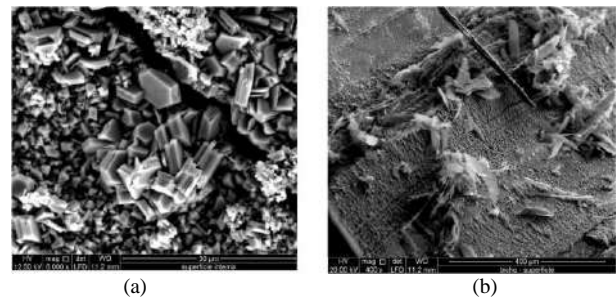


Figura 2 - Formação de diferentes produtos de corrosão causados por diferentes tipos de bactérias. (a) Cristais hexagonais $[\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4]$ originados pela ação de bactérias redutoras de sulfatos e (b) Cristais lamelares $[\text{Fe}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ originados pela ação de bactérias anaeróbicas.

4. Conclusões

A partir do presente estudo, pode-se concluir que a presença de mexilhão dourado atua no sentido de acelerar enormemente a cinética de corrosão de aços C-Mn usados em estruturas em contato com água contaminada com este microrganismo. Diferentes morfologias e tipos de produtos de corrosão foram identificados como ação de diferentes tipos de bactérias, como as redutoras de sulfatos e as anaeróbicas. O uso de microscopia eletrônica de varredura permitiu avaliar a superfície da seção transversal das amostras expostas ao mexilhão em diferentes estágios de evolução do mexilhão dourado.

5. Referências Bibliográficas

- [1] G. Darrigran: Monitoring and Control of Macrofouling Mollusks in Fresh Water Systems, Gerald L. Mackie and Renata Claudi, Editors, 2nd Ed, CRC Press, 2010.
- [2] O.S.M. Neto: Controle da Incrustação de Organismos Invasores em Materiais de Sistema de Resfriamento de Usinas Hidrelétricas, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2001.
- [3] R.A. Antunes et al.: Materials Research 6 (suppl. 6), 2003.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

ATIVIDADE ANTI-*Mayaro virus* DE UM FLAVONOIDE ISOLADO DE *Maytenus sp*

Ferraz¹, A. C.; Moraes¹, T. F. S.; Hauck¹, M. S.; Lima¹, C. F.; Duarte², L. P.; Vieira Filho³, S. A.; Magalhães¹, J. C.

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei / Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos, *Campus* Alto Paraopeba, Ouro Branco, MG.

² Universidade Federal de Minas Gerais / Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Belo Horizonte, MG.

³ Universidade Federal de Ouro Preto / Departamento de Farmácia, Ouro Preto, MG.

E-mail: josecarlos@ufsj.edu.br

1. Introdução

O vírus *Mayaro* (MAYV), pertencente à Família *Togoviridae* e gênero *Alphavirus*, é também membro do reconhecido grupo dos Arbovírus (*Arthropod-born virus*), o qual engloba todos os vírus transmitidos por artrópodes hematófagos, com outros exemplos relevantes como o vírus da Dengue, da Meningite, da Zika e *Chikungunya*¹.

O ciclo de manutenção do *Mayaro virus* na natureza é enzoótico e análogo ao ciclo do vírus da febre amarela (YFV). Durante o ciclo silvestre, artrópodes podem transmitir o vírus a primatas não humanos e outros mamíferos de vida livre². O principal vetor é o mosquito *Haemagogus janthinomys*, entretanto, a constatação de possível transmissão também pelo *Aedes aegypti*, revela uma latente ameaça para o sistema de saúde pública^{3,4}.

Segundo o Ministério da Saúde, no Brasil, no período de dez/2014 a jan/2016, foram notificados 343 casos suspeitos de infecção em humanos por MAYV, distribuídos em onze estados, sendo Goiás o estado com 53% das ocorrências⁵.

Apesar de não haver relatos de morte associada à infecção por MAYV, e esta ser uma arbovirose menos grave que a Dengue, a febre *Mayaro* é uma doença altamente debilitante, na qual artralgias graves podem persistir por meses após infecção, acarretando em desconforto ao paciente e perda de

produtividade⁶. Desse modo, o objetivo do trabalho foi avaliar a atividade antiviral de um flavonoide isolado de extrato de raiz de *Maytenus sp*.

2. Material e Métodos

Como ensaio preliminar, foi determinada a concentração citotóxica para 50% das células (CC₅₀) do flavonoide isolado de *Maytenus* (FMI), por meio da técnica colorimétrica com metil-tiazol-tetrazólio (MTT). Em seguida, também pela mesma técnica, realizou-se o ensaio de atividade antiviral global, no qual célula e inóculo viral (multiplicidade de infecção de 0,1 vírus/célula) foram pré-tratados por 30 minutos antes da infecção com diferentes concentrações de FMI, para se determinar a concentração eficaz protetiva para 50% das células infectadas (CE₅₀) pelo MAYV, quando comparado aos controles. A partir desses resultados, o índice de Seletividade (IS) de FMI foi calculado pela razão de CC₅₀ e CE₅₀.

Posteriormente, iniciou-se a caracterização da ação antiviral causada pelo FMI, a fim de determinar a etapa do ciclo viral afetada pelo flavonoide. Para isto, o composto foi adicionado antes, durante e em diferentes momentos após a infecção, visando cercar etapas precoces (adsorção/penetração) e tardias (replicação) do ciclo viral, além do efeito virucida. Para todos os ensaios, foram

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

utilizados vírus Mayaro cepa BeAr 20290 e fibroblastos de rim de macaco verde Africano (ATCC CCL81), Vero.

3. Resultados e Discussão

Na análise inicial da citotoxicidade, nem a maior concentração testada de FMI se mostrou tóxica às células Vero, apresentando 100% de viabilidade na concentração de 200 µg/mL. No ensaio de atividade antiviral global, foi encontrada uma CE₅₀ igual a 23,15 ± 2,11 µg/mL (Figura 1). Conforme é preconizado pela literatura, o IS foi maior que 10 e FMI pode ser considerado seguro, uma vez que há uma janela significativa entre a dose tóxica e efetiva.

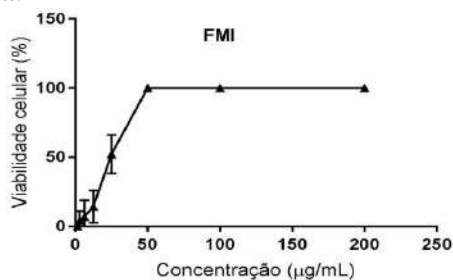


Figura 1 – Concentração de FMI em função da Viabilidade celular após infecção por MAYV e tratamento com o flavonoide.

Na avaliação dos mecanismos de ação, verificou-se que FMI possui uma potente atividade virucida a partir de 25 µg/mL e uma atividade moderada na etapa de penetração a partir de 100 µg/mL. Entretanto, este flavonoide não foi capaz de bloquear a etapa de adsorção viral do MAYV nem mesmo quando utilizado na concentração de 200 µg/mL.

Quando FMI foi adicionado após a infecção pelo MAYV (1, 3, 6, 12, 24 e 36h) em uma concentração de 31,25 µg/mL, a atividade antiviral não foi tão pronunciada quando comparada a atividade virucida, a qual foi capaz de reduzir a infecção em 7 logs. Contudo, uma significativa redução ainda foi observada nessa condição, a qual chegou a inibir em 15 vezes no número de unidades formadoras de placas virais (UFP).

4. Conclusões

O flavonoide FMI se mostrou muito promissor, sendo considerado seguro (IS >10) por ser seletivo para o patógeno em ensaio *in vitro*. Além disso, os resultados indicam que a atividade antiviral de FMI é devida à sua ação direta na partícula viral, a qual inativa o vírus antes mesmo de seu contato com a célula. Mesmo no caso da infecção já ter ocorrido, o composto reduz a carga viral (menor eficiência), possivelmente inativando o vírus quando ele se torna extracelular a partir do 2º ciclo de infecção, o que poderia bloquear o seu avanço célula-célula ou a outros tecidos ainda não infectados.

Suporte financeiro: CAPES

5. Referências Bibliográficas

- [1] Mota, M.T.O.; Ribeiro, M.R.; Vedovello, D.; Nogueira, M.L. *Mayaro virus: a neglected arbovirus of the Americas*. *Future Virology*. 10:1109-1122, 2015
- [2] Forshey, B.M.; Guevara, C.; Laguna-Torres, V.A.; Cespedes, M. *et al.* Arboviral etiologies of acute febrile illnesses in western South America, 2000 – 2007. *PLoS Neglected Tropical Disease*. 4:e787, 2010.
- [3] Napoleão-Pego, P.; Gomes, L.P.; Provance-Jr, D.W.; De-Simone, S.G. *Mayaro virus Disease*. *J Human Virol*. 1:1-11, 2014.
- [4] Long, K.C.; Ziegler, S.A.; Thangamani, S., Hausser, N.L. *et al.* Experimental transmission of *Mayaro virus* by *Aedes aegypti*. *Am J Trop Med Hyg*. 85:750-757, 2011.
- [5] Ministério da Saúde – Portal da Saúde. Febre Mayaro. Novembro, 2015. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/svs/febre-do-mayaro>>. Acesso em 14 de maio de 2017.
- [6] Sleger, C.A.; Keuter, M.; Günther, S.; Schmidt-Chanasit, J. *et al.* Persisting arthralgia due to *Mayaro virus* infection in a traveler from Brazil: is there a risk for attendants to the 2014 FIFA world cup? *J Clin Virol*. 60:317-319, 2014.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

AVALIAÇÃO DA β -D-GLICOSIDASE PRODUZIDA POR FUNGO ISOLADO DA MADEIRA USANDO CASCA DE CAFÉ COMO SUBSTRATO

LEANDRO¹, M. J. F. F. D.; SARROUH¹, B.

¹ Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus* Alto Paraopeba, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos.

E-mail: mariajuliaffdl@gmail.com

1. Introdução

A utilização da biomassa lignocelulósica provinda de resíduos da agricultura pode trazer economia para a produção de combustíveis. As vantagens no uso de enzimas em tecnologias ou em processos vivos, possibilitam uma gama de reações e rotinas bioquímicas, com seus benefícios de alta seletividade, condições brandas de reação (pressão, temperatura e pH) e menores problemas ambientais e toxicológicos. A aplicação industrial de enzimas é determinada pela sua especificidade, atividade, estabilidade de armazenamento e uso, disponibilidade e custos (EMBRAPA, 2016).

Este trabalho avaliou a produção extracelular da enzima β -D-Glicosidase, utilizando casca de café como único substrato. Essa utilização requer pré-tratamento, iniciado com o tritramento da casca, seguido de hidrólise ácida para liberar hemicelulose, hidrólise alcalina para liberar lignina, resultando em um substrato susceptível a ação da enzima em estudo.

2. Material e Métodos

2.1. Produção de Extratos Enzimáticos por Fermentação Submersa

A produção de extratos enzimáticos por fermentação submersa foi realizada utilizando o fungo da podridão branca, previamente isolado da madeira. Para a inoculação do fungo isolado em meio líquido contendo a casca de café como única fonte de carbono,

três fragmentos de ágar contendo hifas do fungo em estudo foram retirados de uma placa de petri com auxílio de uma espátula. Em seguida, os mesmos foram inoculados em Erlenmeyers de 125 mL contendo 50 mL de meio líquido mineral, 0,06% de extrato de levedura e casca de café 2% (p/v). O meio mineral foi composto de (p/v): KH_2PO_4 0,7%, NaH_2PO_4 0,4%, MgSO_4 0,02%, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,1%. O meio foi previamente autoclavado a 121°C por 15 min.

Os frascos foram submetidos a um *shaker* sob temperatura de 28°C e agitação de 180 rpm durante dez dias, a cada 24 horas foram coletadas amostras dos inóculos com o auxílio de uma micropipeta e transferidas para um microtubo tipo eppendorf e centrifugadas durante 20 minutos, a 4°C e rotação de 10000xg.

2.2. Determinação da Atividade Enzimática da β -D-Glicosidase

Primeiramente, foram adicionados 1,2 mL de p-nitrofenil- β -D-glicopiranosídeo (pNP β G) nos tubos e aquecidos em banho-maria a 30°C por 10 minutos. Em seguida, foi acrescentado 0,3 mL dos extratos enzimáticos e para o controle 0,5 mL de tampão fosfato-citrato 0,1M pH 5,0. Todos os tubos foram colocados novamente em banho-maria a 30°C por 30 minutos. A reação foi interrompida acrescentando 1,5 mL da solução de bicarbonato de sódio 0,5 M. A leitura foi realizada a 420 nm. Uma unidade Internacional (IU) de atividade β -D-glicosidase é definida

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
 Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

como quantidade de enzima requerida para liberar 1 μmol de *p*-nitrofenol do substrato por minuto. Assim, para a quantificação, construiu-se a curva padrão utilizando água e *p*-nitrofenol (2-24 $\mu\text{mol}\cdot\text{mL}^{-1}$). Todos os experimentos foram realizados em duplicata.

3. Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra a cinética enzimática da β -D-Glicosidase representada pela atividade β -D-Glicolítica em função do tempo de cultivo.

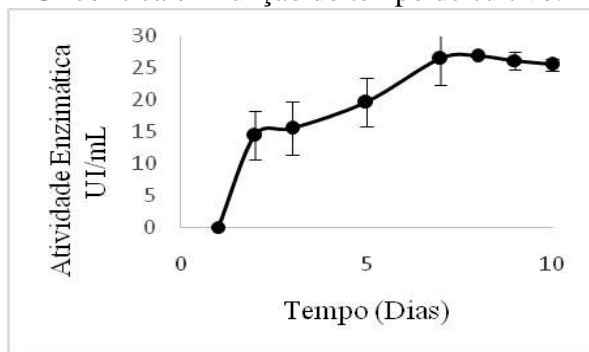


Figura 1 – Cinética enzimática da β -D-Glicosidase pelo fungo isolado da madeira.

Conforme mostrado na Figura 1, observa-se uma rápida adaptação do fungo isolado no meio de cultivo utilizando a casca de café como única fonte de carbono. O mesmo apresentou uma atividade celulolítica máxima de $26,89 \pm 0,0296$ UI/mL após oito dias de fermentação, exibindo logo em seguida uma pequena queda deste índice de atividade, evidenciando o oitavo dia como o pico máximo de atividade enzimática produzida pela β -glicosidase.

Se comparado com o trabalho de Aguiar & Menezes (2000), este valor é considerado promissor. O valor encontrado de atividade β -D-Glicolítica por esses autores utilizando o fungo *Aspergillus niger* IZ-9 em fermentação submersa sobre bagaço de cana-de-açúcar tratado foi de apenas 1,4 UI/mL após sete dias de cultivo.

Ao comparar com a figura 2 que representa a cinética de crescimento da endoglucanase percebe-se que o fungo isolado da madeira tem sua maior capacidade voltada para produção de β -D-glicosidase, atingindo valores de

atividade enzimática até 100 vezes maiores para essa enzima. Já o dia ótimo de produção coincide para as duas enzimas, sendo um dado importante para futuras produções desse extrato enzimático.

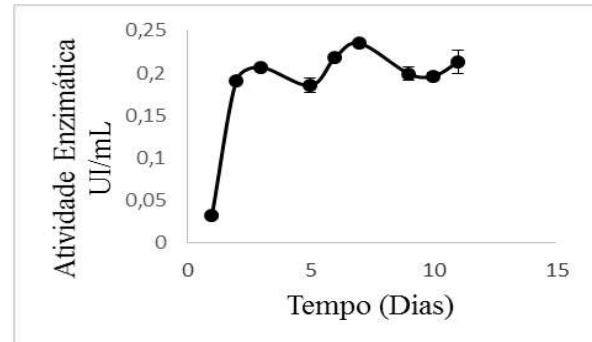


Figura 2 – Cinética enzimática da Endoglucanase pelo fungo isolado da madeira.

4. Conclusões

A produção da enzima β -D-Glicosidase pelo fungo da podridão branca em fermentação submersa alcançou um valor máximo de $26,89 \pm 0,0296$ UI/mL após oito dias de fermentação demonstrando uma atividade β -D-glicolítica promissora quando comparado a outros resultados da literatura, possibilitando um uso futuro do fungo isolado da madeira na produção de etanol de segunda geração.

5. Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq, FAPEMIG e UFSJ pelo auxílio fornecido.

6. Referências Bibliográficas

AGUIAR, C.L.; MENEZES, T.J.B. Produção de celulases e xilanase por *Aspergillus niger* IZ9 usando fermentação submersa sobre bagaço de cana-de-açúcar. Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v.18, p.57-70, 2000.

EMBRAPA. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid5sgif02wyiv80z4s473v6o7sud.html. Acesso em: 08/07/2017.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

BIOPROSPECÇÃO DE FLAVONOIDES DA FAMÍLIA CELASTRACEAE PARA A ATIVIDADE ANTIFÚNGICA E ANTIBACTERIANA

Cruz^{1*}, W. S.; Lima¹, W. G.; Ferreira¹, J. M. S.; Soares², A.C.; Magalhães³, J.C.

¹Laboratório de Microbiologia Médica; ²Laboratório de Biologia Celular e Molecular e ³Laboratório de Biologia Celular e Molecular. Universidade Federal de São João del-Rei, MG, Brasil.

*E-mail: waleskaob@gmail.com

1. Introdução

Plantas medicinais vêm sendo utilizadas desde os primórdios da sociedade para tratamento de doenças. Os extratos e isolados vegetais podem ser empregados como fármacos ou engenheirados, servindo como modelos para a obtenção de novos fármacos¹. Cerca de 25% dos agentes terapêuticos são derivados de plantas e uma quantidade significativa deles são compostos sintéticos obtidos de produtos naturais². É possível afirmar que, pela extensa diversidade natural do planeta, o estudo fitoquímico de plantas continuará frequentemente fornecendo novos fármacos.

Plantas possuem a capacidade de produzir metabólitos secundários, que são utilizados como defesa contra insetos, herbívoros e microrganismos.³ Entre esses metabólitos destacam-se os flavonoides, que além do seu efeito na fisiologia vegetal, possuem propriedades antioxidantes, anti-inflamatória, antitumoral, antiviral, cardiovascular e anti-úlceras⁴.

A Família Celastraceae é composta por 98 gêneros, sendo *Maytenus* o maior deles.⁵ As espécies da família Celastraceae são amplamente utilizadas na medicina e muitas das suas atividades biológicas são atribuídas aos flavonoides presentes nas folhas, raízes, cascas e flores dessas plantas. Estudos fitoquímicos apontam que rutina, naringenina,

4-O-Metil-epigallocatequina e quercetina são flavonoides mais comumente encontrados na família Celastraceae⁶. Entretanto, existem poucas evidências sobre quais efeitos farmacológicos atribuídos a essa família estão associados com a presença destes flavonoides.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar se os flavonoides rutina, naringenina, 4-O-Metil-epigallocatequina e quercetina estão associados aos efeitos antifúngicos e antibacterianos atribuídos etnofarmacologicamente à família Celastraceae.

2. Material e Métodos:

Os compostos foram cedidos pelo Núcleo de Pesquisa em Plantas Medicinais (NEPLAM/UFGM). Naringenina trata-se de um composto obtido a partir de folhas de *Salacia crassifolia*. Rutina e 4-O-Metil-epigallocatequina da espécie *Maytenus imbricata*. A quercetina, que não é derivada dessas plantas, foi utilizada como um flavonoide comercial, foi adquirida da (Sigma-Aldrich, Brasil). Os compostos foram diluídos em DMSO 10% e estocados à -20°C até o uso. Os testes antimicrobianos foram conduzidos com três leveduras: *Candida albicans* (ATCC18804), *C. albicans* (ATCC10231), *C. glabrata* (ATCC2001); e quatro bactérias: *Enterobacter cloacae* (ATCC23355), *Escherichia coli* (ATCC25922), *Streptococcus*

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

agalactiae (ATCC13813) e *Acinetobacter baumannii* (ATCC19606). A concentração inibitória mínima (CIM) foi determinada por meio do método de microdiluição em caldo segundo o *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI)⁷. Os compostos foram empregados na faixa de 1-512 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Cetoconazol e amoxicilina foram utilizadas na mesma concentração dos flavonoides como controles positivos nos ensaios antifúngicos e antibacterianos, respectivamente.

3. Resultados e Discussão

A CIM dos flavonoides rutina, naringenina, 4-O-Metil-epigallocatequina e quercetina foi superior à maior concentração testada ($512\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) para todas as espécies de microrganismos empregadas. O cetoconazol foi ativo contra *C. albicans* e *C. glabrata* com MIC na faixa de 64-128 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Amoxicilina apresentou efeito bacteriostático contra *E. cloacae*, *E. coli*, *S. agalactiae* e *A. baumannii*, com MICs variando de 1 a 256 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Esses resultados mostram que os flavonoides da família Celastraceae contribuem pouco para a atividade antimicrobiana dessas plantas.

O efeito antimicrobiano de extratos e frações de origem vegetal é reflexo da interação sinérgica de diferentes componentes. Assim sendo, apesar de isoladamente os flavonoides estudados não apresentarem efeito antimicrobiano, estes podem potencializar o efeito do composto bioativo presente no extrato. Assim, estudos de caracterização dos extratos podem ser realizados a fim de se determinar as substâncias que estão presentes em maior concentração e seu possível efeito sinérgico com os flavonoides.

4. Conclusões

Os resultados sugerem que os compostos bioativos responsáveis pelo efeito antibacteriano e antifúngico da família Celastraceae não são os flavonoides rutina, naringenina, 4-O-Metil-epigallocatequina e

quercetina. Assim, mais estudos devem ser feitos para a posterior identificação dessa substância, inclusive considerando outras classes fitoquímicas. Adicionalmente, para evidências mais conclusivas, o potencial sinérgico desses flavonoides deve ser investigado em extratos vegetais enriquecidos com esses compostos.

4. Referências bibliográficas:

- [1] COOPING, L.; DUKE, S. O. Natural products that have been used commercially as crop protection agents. *Pest management science*, v. 63, n. 6, p. 524-554, 2007.
- [2] CANESCHI, C. M. **Estudo fitoquímico e atividades biológicas de extratos e constituintes isolados de sâmaras de *Austroplenckia populnea* Reissek (Celastraceae)**. 2011. Tese (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.
- [3] DIXON, R. A. Natural products and plant disease resistance. *Nature*, v. 411, n. 6839, p. 843-847, 2001.
- [4] NIJVELDT, R. J. et al. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *The American journal of clinical nutrition*, v. 74, n. 4, p. 418-425, 2001.
- [5] DIAS, J.; CÍRIO, G.; MIGUEL, M.; MIGUEL, O. Contribution to the allelopathic study of *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss., Celastraceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, SciELO Brasil, v. 15, n. 3, p. 220-223, 2005.
- [6] FLAMBÓ, D. F. A. L. P. **Atividades Biológicas dos flavonoides: atividade antimicrobiana**. 2013. Tese (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2013.
- [7] CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI). **Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of yeasts; approved standard**. 3rd ed. CLSI document M27-A3. Wayne, PA: CLSI, v. 32, n. 17, 2012.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

CAPACIDADE DE DESCOLORAÇÃO DE CORANTES TÊXTEIS PELO FUNGO DA PODRIDÃO BRANCA *Ceriporiopsis subvermispora*

Vieira¹, P. R. e Dias², S. C.

¹Universidade Federal de São João Del Rei/ Programa de Pós-Graduação em Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável.

²Universidade Federal de São João Del Rei, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos.

E-mail: paularesendev@hotmail.com

1. Introdução

Nos últimos anos, os problemas ambientais vêm se tornando cada vez mais urgentes. Entre os focos geradores de poluição ambiental, a indústria têxtil se destaca devido ao grande volume de água utilizada e à toxicidade dos efluentes liberados. Aproximadamente 15% dos corantes são liberados para o efluente devido à sua fixação incompleta nas fibras (Miquelante, 2011, p. 3). Por serem de origem sintética e apresentarem estruturas complexas, os corantes são caracterizados pela sua estabilidade e recalcitrância. Isso torna os tratamentos biológicos e físico-químicos convencionais ineficazes. Neste contexto, novas tecnologias vêm sendo estudadas para a degradação dos corantes têxteis. Dentre os métodos biológicos empregados a utilização dos fungos de podridão branca se destaca por apresentar um grupo de enzimas extracelulares não específicas capazes de degradar uma série de compostos aromáticos, como os corantes. (Nagarathnamma *et al.*, 1999, p. 2).

Ceriporiopsis subvermispora é um basidiomiceto, classificado como fungo de podridão branca. Embora o seu perfil enzimático não esteja bem definido, acredita-se que seja composto de manganês peroxidases e lacases, enzimas celulolíticas e hemicelulolíticas. O perfil enzimático do *C.*

subvermispora sugere alto potencial em várias aplicações industriais, dentre elas o tratamento de efluentes têxteis devido às suas características (Nagarathnamma *et al.*, 1999, p. 3). Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo a realização de rastreio de corantes previamente selecionados, a fim de avaliar a capacidade de descoloração do fungo de podridão branca *C. subvermispora*.

2. Metodologia

Foram adicionados oito corantes têxteis diferentes, Índigo Carmim, Chromotrope 2R, Vermelho Fenol, Safranina T, Rodamina B, Alaranjado de Metila, Azul de Metileno e Azul Tripan em duas concentrações distintas (50 mgL⁻¹ e 100 mgL⁻¹) no meio de produção. Neste ensaio, a cultura foi mantida estática e a 30 °C durante 15 dias. Em seguida, o micélio foi removido por filtração e o filtrado foi utilizado para o ensaio de descoloração. A descoloração foi monitorizada por espectrofotometria por varredura do comprimento de onda, 200 nm a 1000 nm. Os sistemas que apresentam meio de produção e corantes sem o fungo serviram como controles positivos.

O monitoramento da eficiência de descoloração foi determinado através da diminuição da absorbância no comprimento de onda máximo para cada corante em relação à

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
 Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

amostra de controle. A eficiência de descoloração é expressa em termos de porcentagem de remoção de corante calculada com a seguinte fórmula:

$$ED = \frac{Abs_o - Abs_t}{Abs_o} \times 100 \quad (1)$$

Onde: Abs_o é a absorvância da amostra no tempo zero e Abs_t é a absorvância da amostra no momento analisado.

3. Resultados e Discussões

Os resultados são mostrados na Figura 1. O *C. subvermispota* mostrou um potencial de descoloração acima de 60% na maioria dos corantes testados em 15 dias de cultivo, com exceção do azul de metileno 100 mgL⁻¹, que apresentou 26,1% de eficiência de descoloração (Figura 1). Corantes como a Rodamina B (50 e 100 mgL⁻¹) e alaranjado de metila (100 mgL⁻¹), embora apresentassem alta eficiência de descoloração, 100% nos comprimentos de onda característicos, apresentaram um segundo pico após a ação do fungo. Da mesma forma, Azul Tripán (100 mgL⁻¹) apresentou alta eficiência, 72,1%, no entanto, houve também um segundo pico.

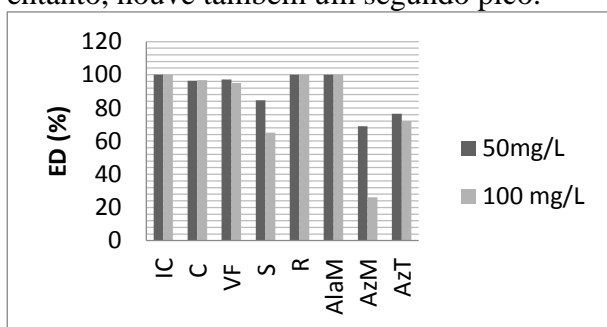


Figura 1 – Eficiência de descoloração do fungo *C. subvermispota*, onde IC (Índigo Carmim), C (Chromotrope 2R), VF (Vermelho Fenol), S (Safranina), R (Rodamina), AlaM (Aloaranzado de Metila), AzM (Azul de Metileno) e AzT (Azul Tripán).

A rodamina é classificada como um corante xanteno, um composto orgânico heterocíclico que funciona como um fungicida, de modo que a ação enzimática pode ter liberado a molécula de xanteno no meio de cultura, prejudicando o crescimento do fungo e a secreção enzimática. Os classificados como azo, alaranjado de

metila e azul de metileno, apresentam grupos azo ligados a grupos aromáticos que contribuem para a sua resistência, dificultando sua biodegradação completa. No entanto, o fungo foi capaz de degradar completamente o chromotrope 2R, que também é classificado como corante azoico, provando que *C. subvermispota* é capaz de degradar esta classe (Miquelante, 2011, p. 31-52).

A redução da intensidade do corante na solução foi esperada devido ao grande potencial enzimático apresentado por *C. subvermispota*. A produção e secreção destas enzimas são diretamente influenciadas por fatores como pH, temperatura, agitação e condições de cultura, como fonte de carbono, nitrogênio e indutores. Desta forma, a otimização do meio de cultura utilizado no processo é essencial para melhorar sua eficiência.

4. Considerações Finais

O estudo demonstrou que o fungo ligninolítico *C. subvermispota* foi eficiente nos processos de descoloração dos corantes têxteis utilizados, apresentando biodegradação como mecanismos de ação. A aparência de um segundo pico após a biodegradação realizada sugere que o fungo não conseguiu degradar completamente a molécula. Uma vez que algumas estruturas têm um maior grau de dificuldade de degradação, uma possível solução é realizar um processo de otimização do meio de cultura, o que aumentará a produção das enzimas responsáveis pelo processo, lacase e manganês peroxidase, e, conseqüentemente, aumentará a eficiência de descoloração.

5. Referências Bibliográficas

- Nagarathnamma, R., Bajpai, P., Bajpai, P.K. **Studies on decolourization, degradation and detoxification of chlorinated lignin compounds in kraft bleaching effluents by Ceriporiopsis subvermispota**. *Process Biochemistry*, 34, 939-948, 1999.
- Miquelante, F.A. **Prospecção de fungos filamentosos halotolerantes para uso na descoloração de corantes têxteis**. 2011.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

POTENCIAL DE REPOSICIONAMENTO DA FLUVASTATINA PARA O TRATAMENTO DA CANDIDÍASE CAUSADA POR *Candida albicans*

Lima^{1*}, W. G.; Cruz¹, W. S.; Ferreira¹, J. M. S.; Magalhães², J. C.; Soares³, A. C.

¹Laboratório de Microbiologia Médica; ²Laboratório de Biologia Celular e Molecular e ³Laboratório de Biologia Celular e Molecular. Universidade Federal de São João del-Rei, MG, Brasil.

*E-mail: williamgustavo_1992@hotmail.com

1. Introdução

Candida albicans alterna-se como um microrganismo comensal e um patógeno de pacientes imunocomprometidos¹. No Brasil, *C. albicans* é o sétimo agente mais incidente em infecções hematológicas, casos em que as taxas de mortalidade podem atingir até 40% dos infectados². Nos últimos anos, um alarmante aumento na resistência de *C. albicans* aos antifúngicos convencionais vem lançando incertezas sobre a eficácia dos tratamentos futuros^{1,2}. Nesse contexto, a busca por agentes antifúngicos torna-se urgentemente necessária.

O reposicionamento de fármacos já em uso clínico reduz os custos e o tempo de aprovação associados a um novo fármaco³. Sob essa perspectiva, a fluvastatina, um fármaco empregado no tratamento da hipercolesterolemia, destaca-se por apresentar também um efeito antifúngico⁴. Entretanto, limitadas informações sobre a sua atividade contra *C. albicans*, seu potencial mecanismo de ação antifúngico, bem como sua atividade sobre fatores de virulência motivam novos estudos^{3,4}. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito antifúngico da fluvastatina contra *C. albicans*.

2. Material e Métodos

Os ensaios antifúngicos foram conduzidos utilizando-se os seguintes microrganismos: *C. albicans* (ATCC18804) e *C. albicans*

(ATCC10231); 5 isolados clínicos de origem oral e 3 de origem vaginal. A concentração inibitória mínima (CIM) foi determinada pelo método de microdiluição em caldo Sabouraud-Dextrose⁴. Posteriormente, a CIM foi empregada na determinação da concentração fungicida mínima (CFM), como descrito anteriormente^{4,5}. O mecanismo de ação sobre a membrana e a parede celular fúngica foi avaliado pelos testes de ligação ao ergosterol exógeno (200 µg.mL⁻¹) e de citoproteção com sorbitol 0.8M, respectivamente⁵. Para avaliar o efeito sobre fatores de virulência em *C. albicans*, a capacidade da fluvastatina em inibir a transição hifa-levedura nesse patógeno foi avaliada⁵.

3. Resultados e Discussão

Conforme observado na tabela 1, a CIM da fluvastatina variou de 2 a 8 µg.mL⁻¹. A atividade foi 8 vezes superior ao controle positivo (cetoconazol) para *C. albicans* 18804 e 16 vezes para *C. albicans* 10231, mostrando o potente efeito antifúngico desse composto.

O efeito da fluvastatina foi principalmente fungicida, e a CFM variou de 4 a 16 µg.mL⁻¹. Compostos com atividade microbicida são fortes candidatos para o uso clínico, uma vez que a completa eliminação do patógeno é a opção mais eficaz e segura na quimioterapia antimicrobiana⁶.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
 Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Tabela 1 – CIMs e CFMs da Fluvastatina contra linhagens referência e isolados clínicos de *C. albicans*.

Microrganismos	Fluvastatina MIC(CBM)	Cetoconazol MIC(CBM)
<i>C. albicans</i> 18804	8(16)	64(128)
<i>C. albicans</i> 10231	8(16)	128(>512)
<i>C. albicans</i> IC1 ^a	2(4)	1(4)
<i>C. albicans</i> IC2 ^a	8(8)	2(8)
<i>C. albicans</i> IC3 ^a	8(8)	4(16)
<i>C. albicans</i> IC4 ^a	8(16)	32(256)
<i>C. albicans</i> IC5 ^a	4(16)	8(64)
<i>C. albicans</i> IC6 ^b	4(16)	32(128)
<i>C. albicans</i> IC7 ^b	8(8)	16(512)
<i>C. albicans</i> IC8 ^b	8(16)	16(256)

CIM: Concentração Inibitória Mínima; CFM: Concentração Fungicida Mínima. MIC e CFM são expressos em $\mu\text{g.mL}^{-1}$. ^aIsolados orais. ^bIsolados vaginais.

Os ensaios de mecanismo de ação sugerem que a fluvastatina exerce seu efeito antifúngico em *C. albicans* por se ligar ao ergosterol dessa levedura (Tabela 2). De fato, a ligação ao ergosterol é um conhecido mecanismo de ação antifúngico, o qual envolve danos na membrana e consequente perda do conteúdo intracelular⁷.

Tabela 2- CIMs na presença e ausência de ergosterol (predição de ligação à membrana) e sorbitol (predição de ação na parede) da fluvastatina contra *C. albicans* 10231.

Fluvastatina			NIS		CAS	
CIM	CIM ^{erg}	CIM ^{sor}	CIM	CIM ^{erg}	CIM	CIM ^{sor}
8	32	8	4	32	4	16

NIS: Nistatina; CAS: Caspofungina; CIM: Concentração Inibitória Mínima (expressa em $\mu\text{g.mL}^{-1}$); CIM^{erg}: CIM com ergosterol 200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$; CIM^{sor}: CIM com sorbitol 0.8M.

Finalmente, a capacidade da Fluvastatina em inibir estruturas filamentosas de *C. albicans* ATCC10231 foi investigada. A transição do estado leveduriforme para hififorme é o principal fator de virulência nessa espécie, sendo reponsável pela sua capacidade de invasão tecidual¹. Como observado na figura 1, Fluvastatina atuou na inibição de hifas na CIM e em 2 x CIM, em relação ao controle não tratado.

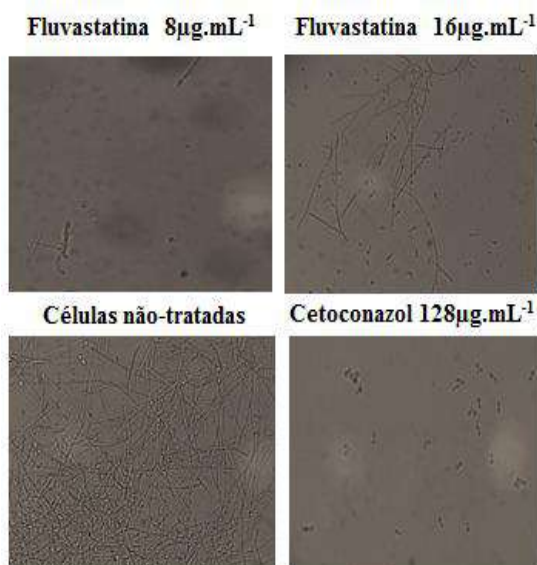


Figura 1– Efeito da fluvastatina sobre a formação de hifas em *C. albicans* 10231.

4. Conclusão

Os resultados apontam um potente efeito antifúngico da fluvastatina, revelando seu potencial para o reposicionamento na terapia da candidíase induzida por *C. albicans*.

5. Referências bibliográficas

- [1] HÖFS, S.; MOGAVERO, S.; HUBE, B. Interaction of *Candida albicans* with host cells: virulence factors, host defense, escape strategies, and the microbiota. **Journal of Microbiology**, v.24, n.3, 2016, p.149-69.
- [2] COLOMBO, A.L.; GUIMARÃES, T. Epidemiologia das infecções hematogênicas por *Candida* spp. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, n. 5, 2003, p.599-607.
- [3] THANGAMANI, S. et al. Exploring simvastatin, an antihyperlipidemic drug, as a potential topical antibacterial agent. **Scientific reports**, v.5, p.1-13.
- [4] QIAO, J. et al. Antifungal activity of statins against *Aspergillus* species. **Medical Mycology**, v. 45, 2007, p. 589-593.
- [5] ARAÚJO, M.G.F., et al. Evaluation of *Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhl. extract as antifungal and in treatment of vulvovaginal candidiasis. **Medical Mycology**, 2013, p.1–10.
- [6] Wong, S.S.W. et al. In Vitro and In Vivo Activity of a Novel Antifungal Small Molecule against *Candida* Infections. **PlosOne**, v.9, 2014; p.1-17.
- [7] Perfect JR. The antifungal pipeline: a reality check. **Nature Review Drug Discovery**, 2017.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

PRODUÇÃO DE ENZIMA LACASE POR FUNGO LIGNINOLÍTICO

Guimarães¹, V. M.; Edson², E.R.

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei, Curso Engenharia de Bioprocessos.

² Universidade Federal de São João Del-Rei, Departamento Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos.

E-mail: viniciusmgengbio@gmail.com

1. Introdução

O fungo ligninolítico *Chrysosporthe cubensis* é do tipo fito-patogênico produtor de complexo enzimático contendo a enzima Lacase (MAITAN-ALFENAS *et al.*, 2015).

Segundo ALCALDE *et al.*, (2006) as enzimas Lacase metabolizam efluentes industriais ricos em compostos fenólicos (RIVA, 2006), degradam desreguladores endócrinos (BLÁNQUEZ *et al.*, 2008) e descolorem pigmentos de efluentes de indústrias têxteis (COUTO *et al.*, 2004a).

Com o interesse de utilizar o fungo *C. cubensis* na degradação de compostos fenólicos, neste projeto propôs verificar a produção da enzima Lacase em fermentação Líquida contendo farelo de trigo como indutor enzimático.

2. Material e Métodos

Para a quantificação da Lacase, foi utilizado Meio 1 - Glucose 20g/L; Agar 15g/L; Água destilada 60 mL, e Meio 3 - KH₂PO₄ 1,5g/L; NH₄NO₃ 1g/L; MgSO₄ 0,5g/L; CuSO₄ 0,25g/L; Extrato de Levedura 2g/L; Farelo de Trigo 1,6g/50 mL; Água destilada 150 mL.

Para quantificação da produção da enzima, o fungo foi cultivado por dez dias em placa de Petri em meio 1, a 28°C, sendo então removidos 15 discos (1cm diâmetro).

Para cada Erlenmeyer, foram transferidos 5 discos de fungo, contendo 50 mL de meio 2. Os fungos foram cultivados a 150 rpm, 28°C, por 11 dias em agitação orbital, retirando

amostras a cada dia para posterior análise. Após esse período, o material foi filtrado com papel de filtro Waltman, 10. Do sobrenadante, foi analisado o pH, e quantificada as enzimas lacase pela metodologia descrita por BOURBONNAIS *et al.* (1998).

3. Resultados e Discussão

Devido à falta de reagentes, foi realizado somente um cultivo para obter uma comparação de produção da enzima em fermentação líquida com a sólida obtida em MAITAN-ALFENAS *et al.* (2015).

A Figura 1 mostra as variações de pH durante o cultivo. Este fato pode estar relacionado à secreção de oxalato durante a fase de crescimento (NÜSKE *et al.*, 2002).

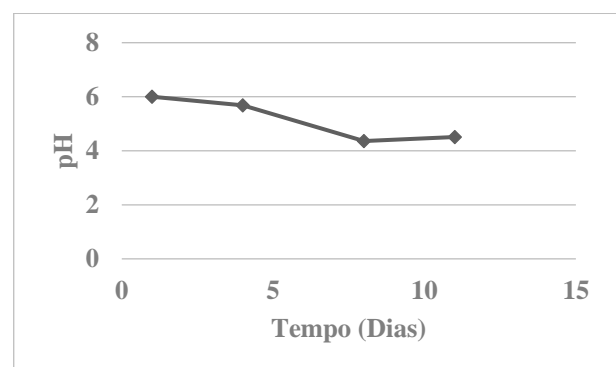


Figura 1 – pH do cultivo do fungo ligninolítico *C. cubensis* em meio 3.

De acordo com MAITAN-ALFENAS *et al.* (2015), *C. cubensis* obteve em fermentação sólida, uma atividade enzimática 2,49 U/mL de lacase à 28° C por 7 dias, contendo 21,5g de

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

farelo de trigo em 18,75 mL de meio de cultura. Para esse experimento, o máximo de enzima produzida em fermentação líquida foi 0,7 U/mL, figura 2, sendo menor que na fermentação sólida. Esse fato pode ter ocorrido devido à pouca quantidade de substratos indutores (farelo de trigo nesse caso) ou, até mesmo, interferentes na análise enzimática.

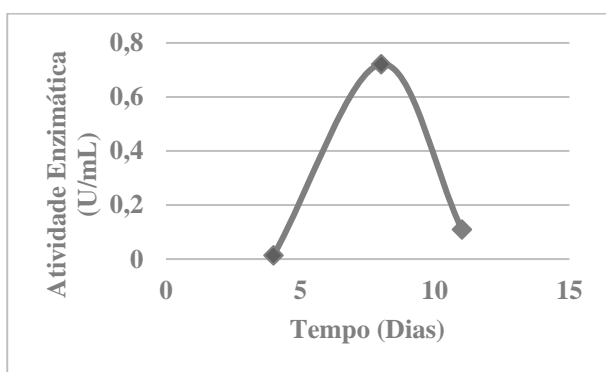


Figura 2 - Secreção de lacases durante cultivo de *C. cubensis* em meio 3.

4. Conclusão

Visando o interesse enzimático das enzimas do fungo *C. cubensis*, esse resultado mostrou, por meio da produção da enzima Lacase, que o micro-organismo pode ser um possível degradador de compostos fenólicos tóxicos presentes no ambiente, permitindo assim uma análise futura do potencial de degradação.

Sugere-se novos experimentos, por meio de um planejamento fatorial, para que se possa obter a melhor condição de produção enzimática, variando diversos substratos indutores ou, até mesmo, fonte de carbono principal.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais/FAPEMIG, à Universidade Federal de São João Del-Rei/UFSJ e ao Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa/UFV.

5. Referências Bibliográficas

ALCALDE, M.; FERRER, M.; PLOU, F. J.; BALLESTEROS, A. Environmental biocatalysis: from remediation with enzymes to novel green processes. Trends in Biotechnology. Issue 6, v.24, p.281-287, 2006.

BLÁNQUEZ, P.; GUIEYSSE, B. Continuous biodegradation of 17 β -estradiol and 17 α -ethynylestradiol by *Trametes versicolor*. Journal of Hazardous Materials. Issue 2, v.150, p.459-462, 2008.

BOURBONNAIS, R.; LEECH, D.; PAICE, M.G. Electrochemical analysis of the interactions of laccase mediators with lignin model compounds. Biochemistry and Biophysics. Acta-General Subjects, 1379, 381-390. (1998).

COUTO, S. R., SANROMÁN, M. A., HOFER, D., GUNDÍN, M. Stainless steel sponge: a novel carrier for the immobilization of the white-rot fungus *Trametes hirsuta* for decolourisation of textile dyes. Bioresource Technology, 95(1): 67-72 (2004a).

MAITAN-ALFENAS, G. P.; VISSER, E. M.; ALFENAS, R. F.; NOGUEIRA, B. R. G.; DE CAMPOS, G. G.; MILAGRES, A. F.; DE VRIES, R. P.; GUIMARÃES, V. M. The influence of pretreatment methods on saccharification of sugarcane bagasse by an enzyme extract from *Chrysosporthe cubensis* and commercial cocktails: A comparative study. Bioresource Technology. v.192, p.670-676, 2015.

NÜSKE, J.; SCHNEIBNER, K.; DORNBERGER, U.; ULLRICH, R.; HOFRICHTER, M. Large scale production of manganese-peroxidase using agaric white-rot fungi. Enzyme and Microbial Technology, v. 30, p. 556-561. (2002).

RIVA, S. Laccases: blue enzymes for green chemistry. Trends in Biotechnology. Issue 5, v.24, p.219-226, 2006.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

QUANTIFICAÇÃO DE SNPs EM RELAÇÃO À PREDISPOSIÇÃO À DENGUE POR PCR EM TEMPO REAL EM OURO BRANCO/MG

Moraes^{1*}, T. F. S.; Ferraz¹, A. C.; Hauck¹, M. S.; Lima¹, C. F.; Leomil², L. F., Magalhães¹, J.C.

¹Universidade Federal de São João Del Rei, *Campus* Alto Paraopeba, Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos (DQBIO), Ouro Branco, MG.

²Universidade Federal de Alfenas, Departamento de Microbiologia e Imunologia (DMI/Unifal), Alfenas, MG.

*E-mail: thais.moraes00@hotmail.com

1. Introdução

A dengue é uma arbovirose endêmica em 112 países, transmitida ao ser humano através da picada de mosquitos fêmea infectadas do gênero *Aedes*. O *Dengue virus* (DENV) é um vírus envelopado, RNA de polaridade positiva, até o momento foram descritos cinco diferentes sorotipos. Dentre manifestações clínicas comuns citam-se a febre do dengue (FD) e a febre hemorrágica da dengue (FHD), sua forma mais grave.

Os aspectos geográficos e econômicos, e aqueles inerentes ao próprio vírus e ao hospedeiro estão entre os fatores de risco para desenvolvimento da doença e de suas formas mais graves. Entre os fatores ligados ao hospedeiro, uma variedade de polimorfismos em genes relacionados à resposta imune vem sendo associada à pré-disposição para as formas mais graves da dengue.

Não estão disponíveis drogas antivirais contra a dengue, as vacinas ainda não garantem total eficiência na prevenção, e o combate ao vetor é ineficiente, sendo necessárias ferramentas que auxiliem as políticas públicas no controle e prevenção da doença.

O presente trabalho faz parte de um estudo que envolve várias cidades de Minas Gerais, com diferentes incidências de dengue, que

busca investigar fatores sorológicos e genéticos relacionados com a predisposição às formas graves de dengue e seus diferentes prognósticos.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi estudar a frequência de polimorfismos de nucleotídeo único humanos que podem estar associados a resultados clínicos de dengue em uma população de Ouro Branco (Minas Gerais).

2. Material e Métodos

Foram coletadas amostras de sangue dos voluntários em períodos epidêmicos e não epidêmicos, na unidade municipal Hospital Raymundo Campos. Para a genotipagem, o DNA genômico foi extraído a partir de 300µL de sangue periférico, utilizando-se o kit Wizard® Genomic DNA Purification (Promega) de acordo com orientações do fabricante. Os SNPs DC-SIGN e JAK1 foram analisados pela técnica da reação em cadeia da polimerase em tempo Real (qPCR).

3. Resultados e Discussão

Observando a Figura 1, é possível verificar a distribuição das frequências relativas dos genótipos do Polimorfismo JAK1 e DC-SIGN.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

A tabela 1 mostra as frequências alélicas e genótípicas de cada alelo, e a tabela 2 indica a frequência de genótipo protetor e predisponente para cada polimorfismo. Nas tabelas 3 e 4 é possível observar a frequência de genótipo protetor e predisponente concomitantemente nos polimorfismos em estudo.

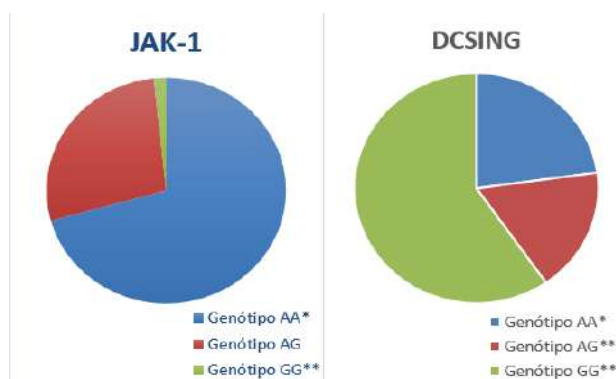


Figura 1. Distribuição das frequências relativas dos genótipos do Polimorfismo JAK e DC-SIGN **Genótipo predisponente à febre hemorrágica *Genótipo protetor à febre

Tabela 1. Frequência Alélica

	A	G
JAK1	97,33%	29,66%
DC-SIGN	94,66%	45,66%

Tabela 2. Frequência de genótipo protetor e predisponente.

	Protetor	Predisponente
JAK1	97,67%	2,33%
DC-SIGN	53,66%	45,66%

Tabela 3. Frequência de genótipo protetor e predisponente.

AA-DCSIGN	36,33%
AA-JAK1	
AG/GG-DCSIGN	-
GG-JAK1	

Tabela 4. Frequência de genótipo protetor e predisponente.

AA-DCSIGN	1,66%
GG-JAK1	
AG/GG-DCSIGN	31,65%
AA-JAK1	

4. Conclusão

A resposta para JAK1 nessa população mostrou uma alta frequência do genótipo AA (70%) associado à proteção contra FHD, enquanto um pequeno grupo de sete indivíduos (2,33%) apresentou o genótipo GG, associado ao risco para FHD. Para DC-SIGN, o genótipo A/A foi o mais prevalente (53,66%), este associado à proteção contra o desenvolvimento de FHD. Já os genótipos GG e AG associados com predisposição à FHD, mostraram uma frequência menor no grupo estudado (4,66% e 41%, respectivamente).

O trabalho pretende ser uma ferramenta de controle e prevenção da doença, auxiliando na estruturação de políticas públicas de combate, uma vez que conhecendo-se áreas e pessoas predispostas, o processo é facilitado.

5. Referências bibliográficas:

BARKHASH A. V., PERELYGIN A. A., et al., **Single nucleotide polymorphism in the promoter region of the CD209 gene is associated with human predisposition to severe forms of tick-borne encephalitis;** Antiviral Research 93 64–68, 2012.

BROOKES, A. J., 4th **International Meeting on Single Nucleotide Polymorphism and Complex Genome Analysis.** Various uses for DNA variations. Eur J Hum Genet v.10, p. 153-155, 2002.

FANG X, HU Z, SHANG W, ZHU J, XU C, RAO X. **Genetic polymorphisms of molecules involved in host immune response to dengue virus infection.** FEMS Immunol Med Microbiol. 34-46, 2012.

I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

OCHIENG, C.; LUTOMIAH, J.; et al,
**Mosquito-borne arbovirus surveillance at
selected sites in diverse ecological zones of
Kenya; 2007 - 2012. VirologyJournal, v. 10,
n. 140, 2013.**

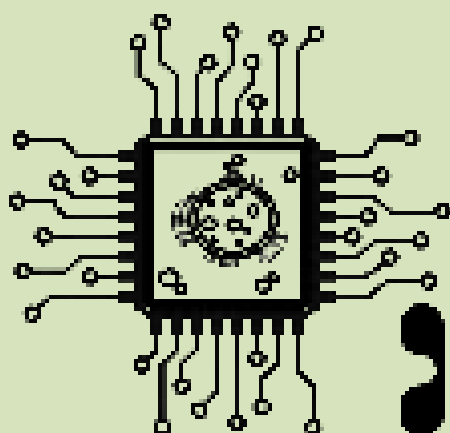
I SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

13 a 15 de setembro de 2017
Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil

Apoiadores

Agradecemos a todos que nos apoiaram e contribuíram para a realização deste evento, tornando-o único e de forte impacto na formação dos participantes.

- Agilent Technologies
- Associação Esportiva do Alto Paraopeba – AEA
- Gráfica Golden
- Mansur Imóveis
- Mecânica GG
- Panificadora Diniz
- Pizzaria e Restaurante Alternativa
- Serra Palace Hotel
- Supermercado Rotor
- Wizard



SIM

BIO

