

# Produção de etanol de 2ª geração a partir de retalhos de algodão

Maria Eduarda Pavao Viloslada, Luis Fernando Peffi Ferreira

<sup>1</sup> Engenharia química, FEI

<sup>2</sup> Departamento, Instituição

duda.pavao@hotmail.com e lpeffi@fei.edu.br

**Resumo:** O projeto consiste avaliar a influência de corantes, cargas e fibras sintéticas, na hidrólise enzimática de tecidos celulósicos, ou seja, tecidos a base de celulose, tais como algodão ou linho, com o intuito de produzir etanol de segunda geração a partir destes hidrolisados.

## 1. Introdução

Atualmente, uma das maiores dificuldades que o planeta vem enfrentando é a redução do uso do petróleo, pelo fato de causar inúmeros danos ao meio ambiente, por exemplo a contaminação de águas e emissão de gases poluentes, e devido a sua cotação sofrer diversas alterações diariamente. O Brasil utiliza muito deste mineral para fabricação de combustíveis automotivos, tais como gasolina e óleo diesel, principalmente. Além disso o petróleo usado para este fim é importado, ou seja, sofre influência tanto das variações do dólar como do próprio mercado.[2]

Entretanto, existem alternativas para substituir esse combustível fóssil, os biocombustíveis, produzidos a partir de fontes naturais causando menores impactos negativos na natureza, suas matérias-primas são grãos, lixo orgânico, gordura de animais e óleo vegetais. Além disso, são mais baratos para produzir [4] e apresentam custos menores de transporte, por serem mais leves, também por fim é uma energia limpa e renovável, podendo ser produzida de forma ilimitada.

Dessa forma, um biocombustível que ganha cada vez mais espaço é o bioetanol, produzido pela fermentação de varia matérias-primas tais como cana de açúcar, milho e sorgo, assim como bagaço da cana de açúcar entre outros resíduos [3]. Ademais, uma das motivações de se produzir esse biocombustível é pela versatilidade e sua capacidade de substituir o petróleo, sendo capaz de abastecer automóveis, outrossim é pelo fato dele emitir menores quantidades gás carbônico, um gás do efeito estufa, isto é, servindo como uma fonte sustentável de energia [4].

Por fim, vale ressaltar a importância que teria no aproveitamento desses retalhos de algodão que estavam destinados à aterros sanitários ou estações de resíduos, em vista de razões econômicas e ambientais. Além de que o algodão possui um alto teor de celulose para ser usado como biomassa renovável alternativa para a produção de etanol [8].

Dessa forma, o presente trabalho visa estudar a viabilidade técnica da utilização desses resíduos de tecidos celulósicos para a obtenção de etanol de segunda geração

## 2. Métodos e materiais

O tecido utilizado neste trabalho foi branco (100% algodão) doado pela professora Bruna Pratto, mesmo usado no trabalho de conclusão de curso de Dez de 2022. Os retalhos de tecidos tipo jeans contendo entre 1 e 3% elastano foram doados por professor Luis Fernando Peffi e aluna Maria Eduarda Pavão. Foi utilizado o complexo enzimático comercial de celulases *Cellic@CTec2*, (Novozymes Latin America, Araucária, PR) para todos os ensaios de hidrólise enzimática. Todo tecido utilizado foi desfibrado em moinho de facas e descolorido usando hipoclorito de sódio.

Os ensaios de hidrólise enzimática serão conduzidos em frascos de Erlenmeyer de 500 mL, agitados a 250 rpm e 50 °C por 96 h em pH 5,0 (tampão citrato de sódio 50mM) utilizando a Incubadora Shaker Innova 43, Eppendorf International.

Foi realizado um planejamento experimental fatorial 2<sup>2</sup>, com três replicatas no ponto central (Tabela 1), totalizando sete experimentos. As variáveis operacionais avaliadas foram: carga de biomassa variando de 10 a 20% m/v e dosagem enzimática variando de 15 a 30 FPU/g biomassa [7].

Tabela 1 – níveis das variáveis no planejamento experimental

Variável	-1	0	+1
Concentração de tecido (%m/v)	10	15	20
Dosagem enzimática (FPU/g <sub>tecido</sub> )	15	22,5	30
Branqueamento do tecido	Não	-	Sim

Fonte: Autores

Fonte: projeto de conclusão de curso (2022)

Para a quantificação da quantidade de açúcares produzidos foi utilizada o método DNS descrito por Miller (1959)

## 3. Resultados

Na hidrólise enzimática foram utilizados quatro frascos de Erlenmeyer de 500 ml, contendo cada um 100 ml de volume reacional, na qual dois frascos continham 98,6 ml de uma solução tampão de ácido cítrico e 1,4 da solução de enzima comercial *Cellic CTec2* e já os outros dois continham 97,2 ml da solução tampão de ácido cítrico e 2,8 ml da solução de enzima.

O primeiro resultado que obtivemos foi a reação hidrólise enzimáticas, sob uma condição de temperatura de 50°C, agitado a 250 rpm durante 96 h, utilizando a Incubadora Shaker, na qual objetivo principal era geração

de açúcar. Os ensaios preliminares realizados visaram comparar os valores obtidos com os alcançados pelo trabalho de conclusão de curso de 2022 de SILVA et al [9]. Assim as melhores condições (15FPU/g<sub>tecido</sub> e 20%<sub>m/v</sub> de tecido; 30FPU/g<sub>tecido</sub> e 20%<sub>m/v</sub> de tecido) foram repetidas usando tecido branco como referência e usando tecido jeans branqueado com hipoclorito de sódio. Vale ressaltar que a condição é a mesma para tecidos brancos e jeans (figura 1), e os resultados são apresentados na Tabela 2.

Figura1 – foto do desenvolvimento durante 96 horas das amostras



Comparativamente os valores alcançados para as hidrólises feitas com 15FPU/g para o jeans foram 22,9% menores (10,4 g/l) que a obtida para o tecido Branco (13,5g/l) e 44,7% com 30 FPU/g. (Tabela 2)

Tabela 2- resultados das medidas do espectrômetro

Amostra de tecido	Concentração de enzima	Concentração de açúcares [g/l]
Jeans	15FPU/g	10,4
Jeans	30FPU/g	14,7
Branco	15FPU/g	13,5
Branco	30FPU/g	26,6

Fonte: Autores

A presença de tecidos sintéticos, tais como poliéster e elastano, junto ao algodão presente no jeans da ordem de 3 a 30% podem ser responsáveis pela menor concentração alcançada nos ensaios preliminares. Isso evidencia que a presença de outros materiais sintéticos pode estar interferindo de forma significativa no processo de hidrólise enzimática. Isso pode ter ocorrido pela presença deste tecido diminuir a disponibilidade de tecido de algodão ou interferindo na atividade da enzima utilizada. Novos ensaios serão realizados para explorar esse fato.

## 2. Conclusões

Este projeto ainda está em fase inicial, todavia já demonstra o potencial do uso de retalhos de tecidos celulósicos como fonte para a produção de etanol de segunda geração. Os resultados alcançados demonstram a possibilidade de emprego de tecidos de algodão puro e de suas combinações com tecidos sintéticos na hidrólise enzimática visando a obtenção de soluções ricas em açúcares. Esses dados, evidenciados pela concentração de açúcares obtidas, que indicam que tanto tecidos 100%

algodão quanto misturas contendo sintéticos apresentam-se como opções de materiais para obtenção de etanol de segunda geração. O reuso destes resíduos abre perspectivas interessantes entorno de questões energéticas e ambientais.

## 5. Referências

[1] BASE DIGITAL. **Etanol de segunda geração: potencial e oportunidades**. Disponível em: <<https://www.raizen.com.br/blog/etanol-de-segunda-geracao>>. Acesso em: 21 jul. 2024.

[2] BBC NEWS BRASIL. Por que preço do petróleo está subindo novamente apesar de baixa demanda. **BBC**, 8 out. 2022.

[3] DE ETANOL, A. I. DA P. **Produção de Etanol: Primeira ou Segunda Geração?** Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/886571/1/CITE04.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2024.

[4] **Explorando os benefícios dos biocombustíveis: por que escolher biocombustíveis como alternativa aos combustíveis fósseis**. Disponível em: <<https://www.agrotecnico.com.br/biocombustiveis-como-alternativa-aos-combustiveis-fosseis/>>. Acesso em: 21 jul. 2024.

[5] MARQUES, D. N. P. **Processo Produtivo de Etanol de Segunda Geração e seus Aspectos**. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/15613/Monografia%20em%20Qu%20c3%admica%20Rafael%20Vers%20a3o%20final.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 21 jul. 2024.

[6] Disponível em: <<https://repositorio.mctic.gov.br/handle/mctic/5211>>. Acesso em: 21 jul. 2024.

[7] Disponível em: <<https://repositorio.mctic.gov.br/handle/mctic/5211>>. Acesso em: 21 jul. 2024.

[8] Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Felipe-Souza-44/publication/273135744\\_Bioetanol\\_lignocelulosico\\_c\\_onjuntura\\_atual\\_desafios\\_e\\_perspectivas\\_para\\_o\\_Brasil/links/54f939970cf2ccffe9e05853/Bioetanol-lignocelulosico-conjuntura-atual-desafios-e-perspectivas-para-o-Brasil.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Felipe-Souza-44/publication/273135744_Bioetanol_lignocelulosico_c_onjuntura_atual_desafios_e_perspectivas_para_o_Brasil/links/54f939970cf2ccffe9e05853/Bioetanol-lignocelulosico-conjuntura-atual-desafios-e-perspectivas-para-o-Brasil.pdf)>. Acesso em: 21 jul. 2024.

[9] SILVA, BL; FUKAMIZU, DI; SILVA, DRB; GAUTO, LP; OSHIKATA, MSK; BLAS, NS. **Aproveitamento integral de resíduos de tecido de algodão para produção de biocombustível (etanol 2g) e bioproduto (carboximetilcelulose)**. TCC FEI. 2022

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 03/2024 a 02/2025.