

ESTUDO DO PRÉ – TRATAMENTO HIDROTÉRMICO DOS RESÍDUOS DE MANDIOCA, POLPA E CASCA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL 2G

Loran P. da Silva¹, Sarah A. do Amaral Mansur¹, Margarete C. dos Santos Silva²; Jumelice dos S. Silva³; Renata Maria R. Garcia Almeida⁴

1. Estudante de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro de Tecnologia da UFAL

2. Técnica do LTBA, do Centro de Tecnologia da UFAL

3. Pós-graduanda do Instituto de Química e Biotecnologia (IQB) da UFAL

4. CTEC - UFAL, Departamento de Engenharia Química/ Orientadora

Resumo:

O modelo socioeconômico atual demanda cada vez mais de energia, que é suprida principalmente por recursos não renováveis e altamente poluentes que é o caso do petróleo e carvão mineral. O investimento e o desenvolvimento de novas fontes de energia, buscando aumentar a oferta de energia interna são imprescindíveis, principalmente em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil. Assim, o etanol de 2^o geração (E2G) vem se mostrando como uma alternativa viável e sustentável, apresentando diversos materiais lignocelulósicos para sua produção, como é o caso da polpa e casca da mandioca (*Manihot esculenta*). Contudo essas biomassas são constituídas de compostos orgânicos complexos o que dificulta as etapas posteriores de hidrólise e fermentação etanólica. Desta forma o pré-tratamento se torna etapa fundamental do processo, transformando esse material complexo em moléculas menores, facilitando o ataque por enzimas e microrganismos fermentadores. O planejamento experimental foi uma das ferramentas utilizadas para analisar melhor a etapa do pré – tratamento, variando as condições de temperatura, tempo de detenção e concentração de biomassa, com uma posterior caracterização química para avaliar a eficiência do pré-tratamento. As melhores condições foram obtidas: para polpa a 185°C, 10 minutos e 5 gramas, obteve uma maior concentração de ART (Açúcares Redutores Totais) de 5,27 g/L, condição B e para a casca a 160°C, 15 minutos e 15 gramas, com ART de 3,04 g/L, condição G.

Palavras-chave: Resíduo agroindustrial; Hidrólise enzimática, Fermentação alcoólica

Apoio financeiro: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ

Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição: UFAL.

Introdução:

A participação das fontes de energia renováveis na matriz energética brasileira é composta principalmente pela energia hidráulica das hidroelétricas que representa cerca de 64% (BEM,2016) da geração energia elétrica do país, contudo a participação total na produção de energia na matriz energética ainda é não renovável, oriunda principalmente dos derivados do petróleo. Portanto se faz necessário o investimento em novas fontes de energia, seja por motivos ambientais, econômicos ou geopolíticos, assim o etanol lignocelulósico (E2G), mostra-se uma alternativa viável e com vários estudos na literatura (DAGNINO et.al,2012).

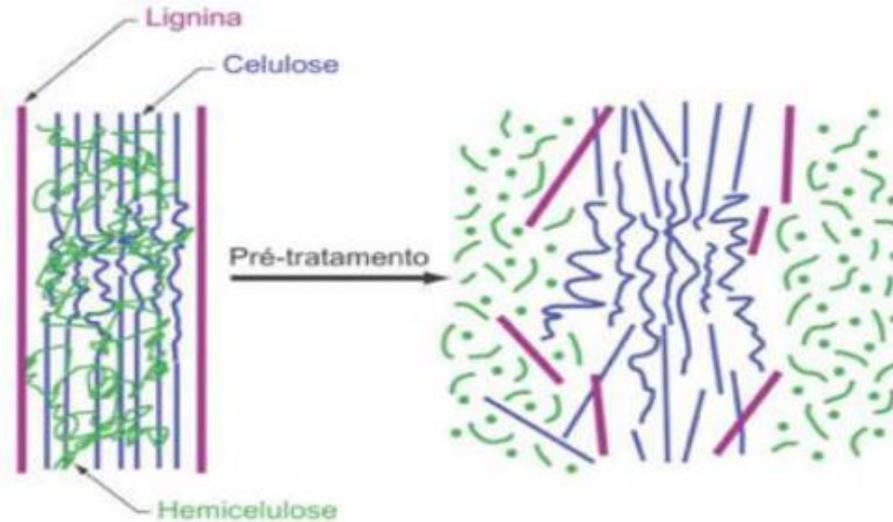
A obtenção do bioetanol é feita através de materiais lignocelulósicos, como é o caso da polpa e casca da mandioca. Produzir etanol por diferentes fontes de matéria-prima lignocelulósicas é constituir aumento da capacidade de produção e absorção desse biocombustível sem competir com área plantada de alimentos. A região do nordeste brasileiro é responsável por cerca de 25% da produção de mandioca no Brasil (IBGE,2014), e a região do agreste alagoano é referência estadual no plantio e processamento da mandioca (SALOMON, et. al.,2014), sendo os resíduos descartados por essa atividade, geralmente destinado a ração animal, todavia poderiam ser utilizados para a produção de biocombustível, aumentando o valor agregado e beneficiando a população local tendo em vista que são pequenas propriedades (EMBRAPA,2006).

O bioetanol é um biocombustível que pode ser produzido a partir de qualquer biomassa que apresente uma quantidade razoável açúcares, amido ou celulose (SILVA,2009). Em países asiáticos a mandioca já vem sendo utilizado para a produção de bioetanol (HOWELER,2003), mostrando que os avanços nessa área que tendem a crescer cada vez mais. Estudos revelam que uma tonelada de mandioca *in natura*, com cerca de 25% de amido, pode produzir até 170 litros de bioetanol (BNDES,2008). O principal entrave está relacionado em como quebrar a resistente estrutura lignocelulósica, e conseguir liberar os açúcares suscetíveis de forma eficaz para a fermentação (SANTOS,et. al. 2012).

Existem diversos tipos de pré-tratamento para biomassas lignocelulósicas, que se classificam em biológicos, físicos, químicos e combinados. O pré-tratamento hidrotérmico é um desses que consiste em água quente sob pressão no processo de conversão da biomassa, e vem sendo uma solução viável tendo em vista do baixo impacto ambiental agregado e também por não corroer os equipamentos (ROGALINSK et.al., 2008).

A água quente associada a elevada pressão promove a desestruturação celular (Figura 1) da biomassa melhorando a digestibilidade enzimática do material lignocelulósico, por conseguinte facilitando a obtenção do etanol 2G, devido a essa maior área de contato da celulose. Com o objetivo de analisar em escala de bancada as condições do pré-tratamento hidrotérmico.

Figura 1: Dessaranjo estrutural celular após o pré-tratamento

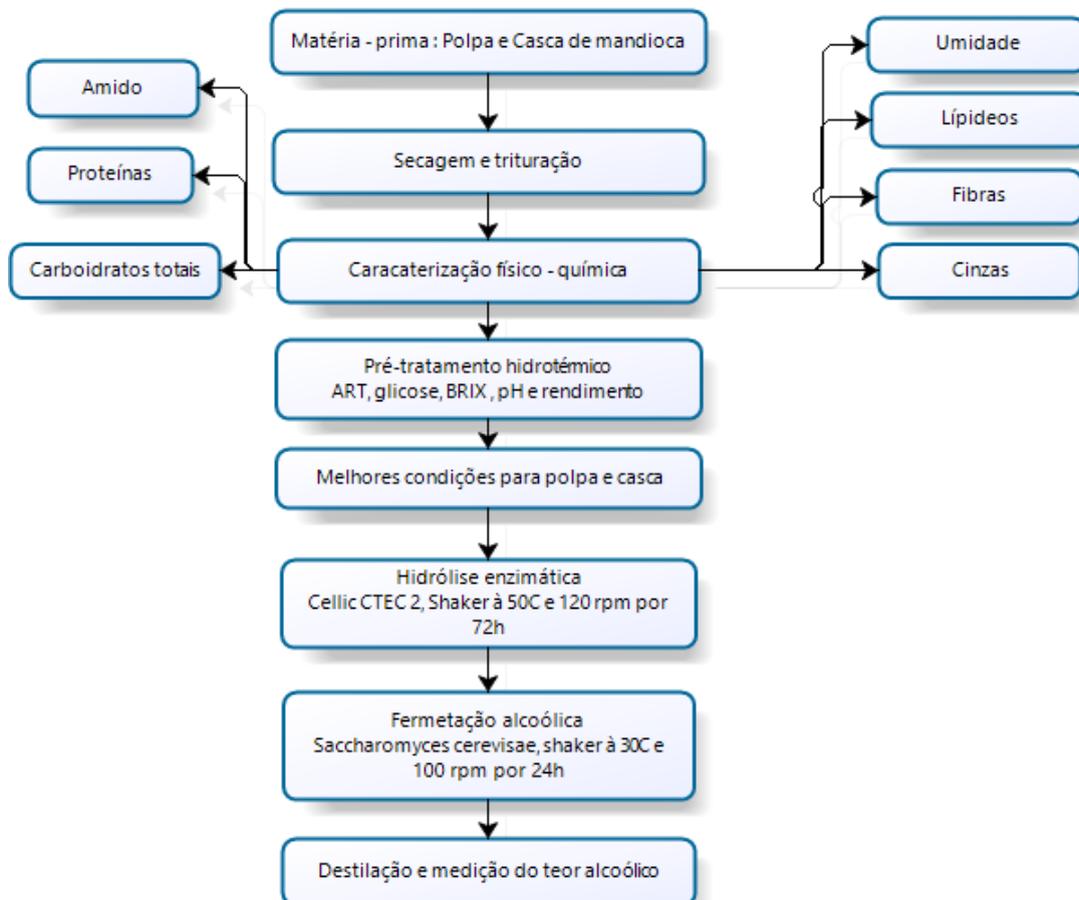


Fonte: Santos et. Al.,2012.

Metodologia:

O presente artigo foi elaborado e realizado por membros do Laboratório de Tecnologia de Bebidas e Alimentos (LTBA) da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, que analisaram quantitativamente e qualitativamente (Figura 2) o processo de obtenção de etanol de segunda geração através do pré – tratamento hidrotérmico.

Figura 2: Fluxograma de todas as etapas envolvidas no processo



Os resíduos da mandioca foram coletados junto às unidades processadoras e foram submetidos a lavagem em água corrente por 20 minutos para a retirada de impurezas. Logo após foram acondicionados em béqueres e armazenados na estufa a uma temperatura de 45°C por 5 dias e na sequência foram triturados (Figura 3).

Figure 3: Palha e casca trituradas

Fonte: Acervo do autor, 2017.

Em seguida foi realizada a caracterização físico-química da biomassa, analisando os seguintes parâmetros: teor de umidade, lipídeos, fibras, cinzas, amido, proteínas e carboidratos totais. Com o intuito de obter a composição do material estudado.

O pré – tratamento hidrotérmico foi realizado no Laboratório de Síntese de Catalisadores (LSCat) da UFAL, através do manuseio da autoclave. Para um melhor estudo dessa etapa foi elaborado um planejamento experimental, a fim de avaliar a variação da concentração de biomassa, temperatura e tempo (Quadro 1).

Quadro 1: Matriz do planejamento experimental da polpa e da casca da mandioca

Amostras	Temperatura	Tempo	Concentração
A	160°C	10 min	5g
B	185°C	10 min	5g
C	160°C	15 min	5g
D	185°C	15 min	5g
E	160°C	10 min	15g
F	185°C	10 min	15g
G	160°C	15 min	15g
H	185°C	15 min	15g

Ao final do pré-tratamento, a fração sólida composta de material lignocelulósico, foi separada da fração líquida através de filtração em papel. Após a escolha da melhor condição estabelecida pela matriz do planejamento experimental (Quadro 1) a fração sólida foi submetida a hidrólise enzimática.

As amostras submetidas a hidrólise enzimática foram preparadas utilizando a enzima comercial Cellic CTEC 2, aplicando a metodologia descrita por Silva, 2011, analisando a cinética da reação nos pontos 0, 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 e 72h. Ao término dessa etapa, o hidrolisado seguiu para a fermentação alcoólica utilizando a levedura *Saccharomyces Cerevisae* e os ensaios seguiram o padrão estabelecido por Wolf, 2011. Ao final foram quantificados a ART e obtido rendimento fermentativo. O teor alcoólico foi determinado por destilação empregando-se o método espectrofotométrico usando dicromato de potássio.

Resultados e Discussão:

Observou-se que a fração líquida do pré-tratado (licor negro) possuía um pH ácido (Tabela 1) necessitando várias lavagens com água destilada para que seu pH atingisse a neutralidade, para em seguida dar início as fases posteriores, tendo em vista que o pH é um fato determinante para o desenvolvimento da levedura.

Tabela 1: Análises realizadas no pré-tratado da polpa da mandioca

Amostra	pH	ART (g/L)	Brix	Glicose (mg/mL)	Rendimento %
A	4,36	3,17256	0,4	1,2853	87,87%
B	4,41	5,274262	0,4	8,25695	88,76%
C	4,26	2,664277	3,75	1,3367	51,98%
D	4,32	3,132718	1,8	11,5675	63,18%
E	4,23	2,604629	0,35	1,311	90,72%
F	4,36	2,880864	0,45	2,33925	82,255%
G	4,20	2,274266	0,45	1,5938	90,48%
H	4,23	2,244695	0,5	2,8455	98,34%

Percebesse, assim que quanto maior a temperatura, no caso a de 185°C melhor foi o rendimento do

processo, tendo em vista ter havido uma maior solubilização e desestruturação da biomassa. Por conseguinte, também possui uma maior concentração de açúcares, devido a essa quebra do resíduo. Nota -se que a amostra que mais se destacou foi a B com uma condição de 185°C, 5 gramas e 10 minutos. Já com relação ao pré – tratado da casca da mandioca, observasse a mesma recorrência com relação ao pH ácido, contudo houve uma menor ART (Tabela 2).

Tabela 2: Análises realizadas no pré-tratado da casca da mandioca

Amostra	pH	ART (g/L)	Brix	Glicose (mg/mL)	Rendimento %
A	4,31	2,044187	0,9	56,72825	82,38%
B	4,96	0,893063	1,05	79,44	80,39%
C	5,30	2,52693	0,65	53,4732	84,38%
D	4,94	1,672186	0,5	39,0688	81,50%
E	4,90	0,36348	0,9	54,49855	83,05%
F	4,46	3,381207	0,8	28,766	81,67%
G	4,57	3,042048	0,65	40,3925	85,38%
H	4,29	2,761643	0,7	63,40	83,02%

Constata-se que todas as amostras obtiveram um rendimento parecido do pré-tratamento, com uma média de 82,78%. A amostra que mais se sobressaiu foi a amostra G com uma condição de 160°C, 15 minutos e 15 gramas.

O maior rendimento fermentativo (90,2%) foi registrado na amostra da polpa (tabela 4), onde se obteve uma maior quantidade de etanol produzido (6,29 g/L), para a condição de pré-tratamento hidrotérmico (185°C, 10 min; 5g). Já para a amostra de casca o melhor rendimento foi de 71,30%, onde obteve uma quantidade de etanol produzido de 0,92 g/L, para a condição de pré – tratamento hidrotérmico (160°C, 15 min; 15g).

Tabela 2: Resultados obtidos após as etapas de hidrólise e fermentação.

Amostra	Concentração de ART no hidrolisado (g/L)	Etanol produzido (g/L)	Rendimento da fermentação (%)
Polpa	6,97	6,29	90,2
Casca	2,53	0,92	36,4

Conclusões:

Os resíduos de *Manihot esculenta* mostraram-se fortes candidatos para a produção de etanol 2G por apresentarem um elevado teor de carboidratos e açúcares redutores totais. Entretanto, mesmo que as variáveis aplicadas nesse estudo tenham se apresentado adequadas e satisfatórias, é necessário que esses níveis sejam ampliados, visando uma maior apreciação dos resultados em resposta a liberação de açúcares, visto ser o objetivo principal deste estudo.

Referências bibliográficas

Santos, M. S. **Estudo do pré – tratamento de palha e sabugo de milho visando a produção de etanol 2g**. PPGEQ/UFAL. Dissertação de mestrado. 2014.

Schulz, M.A. **Produção de bioetanol a partir de rejeitos da bananicultura: Polpa e casca da banana**. Engenharia de Processos/ Unioeste. Dissertação de mestrado. 2010.

Rabelo, S. A. **Avaliação e otimização de pré – tratamento e hidrólise enzimática da cana de açúcar para a produção de etanol de segunda geração**. Engenharia Química/ UNICAMP. Dissertação de doutorado.2010.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. (2008). **Bioetanol de cana-de-açúcar: Energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro, 316p.

SALOMON, K. R. **Atlas de bioenergia de alagoas**. Imprensa Oficial Graciliano Ramos, Maceió, 2014.

EPE [Empresa de Pesquisa Energética] **Balanco Energético Nacional (BEN) 2016: Ano base 2015**.