



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

TATIANE MARIA DO NASCIMENTO

POTENCIAL DA BATATA DOCE PARA PRODUÇÃO DE ETANOL

**CAMPINA GRANDE -PB
2018**

TATIANE MARIA DO NASCIMENTO

POTENCIAL DA BATATA DOCE PARA PRODUÇÃO DE ETANOL

Trabalho de Concluso de Curso apresentado ao Curso de Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Graduação em Química Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ferreira Dantas Filho.

**CAMPINA GRANDE - PB
2018**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

N244p Nascimento, Tatiane Maria do.
Potencial da batata doce para produção de etanol
[manuscrito] / Tatiane Maria do Nascimento. - 2018.
20 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.
"Orientação : Prof. Dr. Francisco Ferreira Dantas Filho, Departamento de Química - CCT."
1. Biocombustível. 2. Batata doce. 3. Produção de etanol.
I. Título
21. ed. CDD 662.88

TATIANE MARIA DO NASCIMENTO

POTENCIAL DA BATATA DOCE PARA PRODUÇÃO DE ETANOL

Artigo apresentado ao Curso de Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Graduação em Química Industrial.

Aprovada em: 30/12/2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Francisco Ferreira Dantas Filho
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
Orientador-DQ-UEPB



Prof. M Sc. Maria de Fátima Nascimento de Souza
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
Examinadora-DQ-UEPB



Doutoranda Tássila Pereira Neves
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Examinadora-DQ-UFCG

A minha mãe , pela dedicação, companheirismo e amizade, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado a oportunidade de lutar pelos meus sonhos.

Ao professor Dr. Francisco Ferreira Dantas Filho, por seu empenho na orientação deste trabalho.

Ao meu irmão por sua paciência e companheirismo.

Ao meu pai Orlando do Nascimento, e toda minha família, por me apoiar na mudança de estado incentivando os meus sonhos.

Aos professores do Curso de Química Industrial UEPB que contribuíram ao longo de toda a graduação para um bom desenvolvimento profissional, científico e intelectual.

Aos meus amigos Bruno Gomes, Aline Souza, Renally Barbosa, Agar Alves, que sempre me motivaram a dar o meu melhor.

“O Selo [Social] não é, hoje, tão efetivo quanto foi pensado, mas discordo totalmente de quem fala em fracasso.”

André Machado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
2.1.1	BRAZLÂNDIA BRANCA	10
2.1.2	BRAZLÂNDIA ROXA	10
2.1.3	BRAZLÂNDIA ROSADA	11
2.1.4	COQUINHO	11
3	METODOLOGIA	12
3.1	A PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DA BATATA DOCE	12
3.2	HIDRÓLISE ÁCIDA E HIDRÓLISE ENZIMÁTICA	13
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
5	REFERÊNCIAS	16

POTENCIAL DA BATATA DOCE PARA PRODUÇÃO DE ETANOL

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar a batata doce sob a perspectiva de se consolidarem na produção de etanol no Brasil. Para este propósito, foi realizada uma ampla revisão bibliográfica relacionada a cadeia produtiva do etanol a partir da batata doce, para tanto foram utilizadas publicações atualizadas de diversas fontes, como boletins técnicos, revistas especializadas, banco de dados acadêmicos, artigos, monografias e teses. Desde os primórdios do Brasil, já na época colonial, a economia brasileira foi marcada pelo uso de diversos produtos que vão desde a extração do pau-brasil até a extração da borracha natural. Porém, devido à alta inflação no país no ano de 1996 o uso de etanol que estava em alta tendo como matéria-prima a cana-de-açúcar não se tornou mais viável e começou-se a utilizar gasolina para fins combustíveis. As questões sociais e ambientais, no entanto, têm levado em consideração o aumento da emissão de gases CO₂ e aumento do efeito estufa que teve um acréscimo com o uso do combustível citado, sendo necessário apostar em recursos renováveis para esses fins. Como fonte alternativa de bioenergia a batata-doce apresenta ótima produção de biomassa para obtenção de álcool como biocombustível pois o custo de produção de álcool de batata-doce é menos da metade do que o produto de cana-de-açúcar e o que sobra do processo de extração do álcool nesse tipo de planta industrial é um subproduto ideal para alimentação animal. Com as informações coletadas, foi possível avaliar as perspectivas da batata-doce para a produção de etanol, almejando uma diversificação do meio de produção, e correlacionando o seu potencial para a agricultura familiar.

Palavras chave: biocombustível, álcool, batata-doce

Tatiane Maria do Nascimento, aluna de graduação em química industrial na Universidade Estadual da Paraíba- Campus I
Email: fjtatiane2012@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A demanda de recursos energéticos pelos sistemas de produção, transporte e conforto em geral aliado ao esgotamento das fontes de energia, especialmente energia fóssil, tem motivado o desenvolvimento de tecnologias que permitam utilizar outras fontes renováveis de energia. Atualmente, a tendência mundial é de procurar uma biomassa para substituir, ou pelo menos diminuir, a utilização da cana-de-açúcar, pois esta requer uma grande área para ser plantada gerando grandes impactos ambientais. Diante do exposto, cresce a pesquisa em busca de alternativa ao combustível fóssil. A batata-doce é uma hortaliça de grande potencial energético, com elevado teor amiláceo além de ser utilizada para o consumo direto ou industrializado apresenta rusticidade, baixo custo de produção e elevada produção de biomassa constituindo-se uma hortaliça promissora para produção de etanol.

Com a expansão da indústria de petróleo, a biomassa perdeu sua importância devido o surgimento de materiais com propriedades distintas a um preço acessível possibilitando uma competição entre o combustível, derivado da indústria de petróleo, e o biocombustível, derivado de recursos naturais. No entanto, com o aumento da preocupação com as questões ambientais e sociais, levou-se em consideração o crescente aumento das emissões de gases CO_2 , o aumento do efeito estufa, como também o aumento excessivo no preço do petróleo e a constante preocupação com sua escassez que contribuem para que se busque com uma intensidade cada vez maior o uso de energias renováveis. Os biocombustíveis são produtos obtidos à base de plantas no qual se produz o etanol, no caso da Europa, pode ser produzido pela beterraba ou pelo amido, proveniente de milho, trigo, raízes e tubérculos.

A preocupação ambiental diante do problema energético atual somou-se à redução dos estoques e à alta dos preços dos combustíveis fósseis para valorizar as fontes de energia renováveis e menos poluentes. O etanol é tido como o mais adequado substituto para combustíveis derivados do petróleo (Pavlak et al 2007). A busca por novas fontes de matéria-prima para produção de etanol tem sido alvo de estudos na maioria dos países do mundo.

No auge do programa pró- Álcool (programa que tinha por objetivo substituir a utilização dos derivados de petróleo) iniciou-se a produção de etanol extraído da mandioca por meio do qual era realizado sua extração através dos carboidratos presentes no amido. A escolha do vegetal foi definida por ser mais robusta e possuir um ciclo curto estando disponível todo o ano, porém não foi viável economicamente devido apresentar baixa

produtividade , passando assim a ser a cana-de-açúcar a biomassa principal como fonte de etanol no Brasil.

As altas inflações em que o país se encontrava na segunda metade dos anos 1980 resultaram numa queda considerável na produção de etanol devido o custo de produção, ao passo que em 1986 os preços do petróleo caíram fazendo com que o programa pró-álcool não fosse mais lucrativo. Quando, em 1988, houve uma redução na produção do petróleo devido o aumento do preço do açúcar levando a ocorrer nos anos 1990 o final da produção de motores movidos somente a etanol sendo mantido, no entanto, a mistura de etanol à gasolina de 20% -25% a fim de reduzir a emissão dos gases que aumentam o efeito estufa como o CO₂.

A busca cada vez maior em reduzir os níveis de poluição e diminuir o efeito estufa leva a procura de combustíveis criados a partir de energia renovável . Qualquer produto pode ser utilizado para produção de etanol pela via fermentativa desde que possua uma grande quantidade de carboidratos, porém deve- se levar em conta três fatores principais: produção, rendimento industrial e o custo de fabricação.

A batata doce tem apresentado grande potencial para produção de etanol devido a grande quantidade de biomassa produzida rica em carboidrato, além de privilegiar os pequenos produtores uma vez que não é necessário grandes extensões de terras para que seja cultivada e apresentar um ciclo curto, tendo também a possibilidade de ser produzida em terras menos férteis. Pesquisas têm mostrado que um hectare de raiz de batata-doce rende de 30 a 40 toneladas de biomassa, que pode ser transformada em combustível.

A quantidade de etanol obtido da batata- doce chega a ser o dobro da quantidade obtida pela cana- de- açúcar, isso se deve ao fato da batata poder ser colhida duas vezes ao ano (com ciclo médio de quatro a cinco meses) enquanto que a colheita da cana-de-açúcar é anual (ciclo de doze a dezoito meses). O objetivo deste trabalho é evidenciar o potencial da batata-doce para produção de etanol a partir de uma revisão de literatura.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Embora que no Brasil a batata-doce esteja em fase experimental na sua utilização como biocombustível, ainda que não possua uma grande aplicação nesse sentido, cultivares desta tem mostrado uma grande produtividade além das altas vantagens econômicas. O Brasil se destaca como o maior produtor, consumidor e exportador de etanol. A demanda interna por etanol pode chegar a aproximadamente 32 bilhões de litros, devido ao aumento da frota de carros flex-fuel. Sendo assim, o país precisa investir em pesquisas que busquem encontrar outras biomassas potenciais para a produção de etanol (Rocha, 2009). Podemos associar as vantagens ambientais e socioeconômicas, associadas também ao maior rendimento, em relação à cana por apresentar como produto um álcool fino, que não precisa ser queimado durante a colheita e que apresenta baixos níveis de emissão do gás CO₂, podendo ser muito utilizado na indústria farmacêutica.

Agregando valor ao produto, os resíduos da biomassa servem como ração animal e não precisa de grandes latifúndios de terra para sua plantação, ao contrário da cana-de-açúcar, nesta perspectiva ideal para o fortalecimento da agricultura familiar. A batata doce fresca apresenta uma produtividade média entre 13 – 33 toneladas/ha, e o teor de amido de batata-doce fresca é de cerca de 18 – 30%. Com a tecnologia atual, cerca de 8 toneladas de batata-doce fresca pode produzir 1 tonelada de etanol (Qiu et al., 2010). Por se tratar de recursos naturais, a batata doce apresenta-se como potencial energético promissor para produção de bioetanol. Segundo Menon e Raon (2012) a biomassa lignocelulósica é considerada a fonte mais promissora de energia renovável da década. Em função do alto custo da gasolina nos últimos anos, o álcool etílico combustível oriundo das diversas fontes biomássas, pode colaborar com o aumento na produção desse combustível. É nesse sentido que se deve estimular o desenvolvimento de tecnologias para produção de etanol, utilizando novas matérias-primas como a biomassa da batata doce.

Existem muitas variedades de batata doce, nesse artigo serão apresentadas quatro cultivares para averiguação da informação de que a batata doce possui um rendimento de 30 a 40 toneladas de biomassa utilizada para produção de etanol. Entre elas brazlândia branca; brazlândia rosada; brazlândia roxa e coquinho.

2.1.1 BRAZLÂNDIA BRANCA

Figura 1- brazlândia branca



Foto: RODRIGUES, Paula Fernanda

A cultivar Brazlândia Branca foi coletada na região de Brazlândia, (Distrito Federal), em abril de 1980. Possui película externa branca, as raízes possuem formato alongado, as ramas desenvolvem-se rapidamente. A cultura raramente floresce nas condições do DF. É uma cultivar de ciclo médio, muito produtiva, podendo ser colhida a partir dos 120 dias até os 150 dias. Apresenta produtividade média obtida em ciclo de 5 meses foi de 37 t/ha. (Gonsalves.1985)

2.1.2 BRAZLÂNDIA ROXA

Figura 3 brazlândia roxa



Foto: RODRIGUES, Paula

A cultivar Brazlândia Roxa foi coletada na região de Brazlândia, em abril de 1980. Possui película externa roxa, formato é alongado, as ramas desenvolvem-se lentamente. A cultivar floresce pouco nas condições de Brasília. É uma cultivar tardia, devendo ser colhida após 150 dias. Apresenta produtividade média de 25 t/ha, em ciclo de 5 meses. É indicada para a região de Brasília, onde pode ser plantada em qualquer época do ano, desde que se disponha de irrigação. (Gonsalves.1985)

2.1.3 BRAZLÂNDIA ROSADA

Figura 3- brazlândia rosada



Fonte: cura pelas plantas (2015)

A cultivar Brazlândia Rosada foi coletada na região de Brazlândia, em abril de 1980. Tem película externa rosa, o formato é alongado, as ramas desenvolvem-se com rapidez. A cultivar não floresce nas condições do Distrito Federal. Apresenta ciclo médio, podendo ser colhida a partir dos 120 dias até os 150 dias. A produtividade registrada corresponde a uma média de 33 t/ha em um ciclo de 5 meses. Esta cultivar apresenta, aproximadamente, 39,7% de matéria seca, sendo que deste total 81,8% representam amido mais açúcar, o que a torna também indicada como matéria-prima para produção de álcool. (Gonsalves.1985)

2.1.4 COQUINHO

Figura 4- Coquinho



Fonte: Portal medicinal (2015)

A cultivar Coquinho é originária da Paraíba, tendo sido introduzida no DF em 1972. Tem película externa amarela pálida, o formato das batatas é alongado ou arredondado, desuniforme, variando de acordo com o tipo de solo. Recomenda-se plantar em solo leve, bem estruturado, evitando solos pesados ou compactados. Nas condições do DF, 'Coquinho' floresce bastante durante quase o ano todo. A cultivar é relativamente precoce e raramente produz batatas graúdas. A produtividade média é de 28 t/ha em ciclo de 4 meses, nos plantios de primavera ou verão. (Gonsalves.1985).

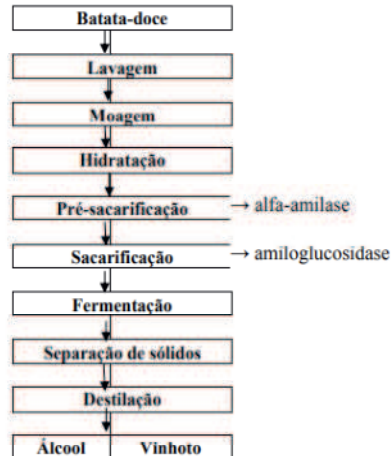
3. METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado através de revisão de literatura, que consiste no processo de busca, análise e descrição fundamentada em livros, artigos de periódicos, trabalhos de conclusões de curso, monografias, dissertações e teses, nacionais e internacionais, sobre o tema estudado.

3.1 PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DA BATATA-DOCE

A produção de etanol a partir da batata-doce segue uma linha industrial semelhante à fabricação de álcool de cereais. Pereira Jr. et al. (2004) relatam as principais operações unitárias envolvidas na manufatura do álcool etílico a partir da batata-doce, onde é utilizado o processo enzimático de hidrólise de amido. Segundo LIMA (2011), existe uma demanda crescente pelo desenvolvimento de tecnologias destinadas à geração de energia a partir de fontes renováveis de energia, como o etanol, devido a questões ambientais e ao aumento nos custos do barril de petróleo. A Figura 5. Mostra o Fluxograma da produção de etanol a partir da batata-doce.

FIGURA 5. FLUXOGRAMA DA PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DA BATATA-DOCE



Fonte: Pereira Jr et al. (2004).

3.2 HIDRÓLISE ÁCIDA E HIDRÓLISE ENZIMÁTICA

A hidrólise enzimática é realizada sob condições brandas de temperatura e pH, além de não gerar produtos que inibem a fermentação posterior de açúcares (CANILHA et al., 2011). A hidrólise ácida requer elevadas temperaturas e baixo pH, gerando condições

agressivas e corrosivas aos equipamentos (TAHERZADEH; KARIMI, 2007). A Tabela 1 mostra a comparação entre a hidrólise enzimática e hidrólise ácida.

Tabela 1: Comparação entre hidrólise enzimática e ácida

Parâmetro	Hidrólise Ácida	Hidrólise Enzimática
Pré-Tratamento	Pode ser Necessário	Necessário
Taxa de Hidrólise	Rápida (min)	Lenta (h)
Temperatura	Alta (200 °C)	Baixa (45° C)
Pressão	Alta	Atmosfera
Rendimento	Dependendo do material e dos detalhes do processo	Dependendo do material e dos detalhes do processo
Subprodutos	Provável formação	Não há formação

Fonte: Krishna, 2000

O amido é um homopolissacarídeo depositado nos cloroplastos das células vegetais como grânulos insolúveis. É a forma de armazenamento de glicose nas plantas e é empregado como combustível pelas células. É constituído por dois tipos de polímeros de glicose: a amilose e a amilopectina (Motta, 2005). Segundo (Sumerly et al., 2003), o fracionamento do amido em cadeias menores é acompanhado pela adição de uma molécula de água (hidrólise) em cada ligação rompida.

Em seu trabalho Tavares (2006) cita que a hidrólise do amido da batata-doce da cultivar Palmas utilizando as duas enzimas (alfa-amilase e glucoamilase) mostrou-se bastante eficiente. O °Brix (teor de açúcar) medido após a ação das enzimas variou de 20 a 25°. Enquanto que na hidrólise enzimática do amido da mandioca realizada por Cereda (2005), o °Brix medido após a ação das enzimas variou de 20,0 a 23,0°, sendo uma concentração de considerada adequada para o conjunto das enzimas usadas. Pesquisadores do Laboratório de Sistemas de produção de energia de fontes renováveis da Universidade Federal do Tocantins LASPER/UFT, em seus experimentos com fermentação, o °Brix inicial foi diluído a 16%. E no final da fermentação, foi de 3% com tempo do processo fermentativo de 18 h. Segundo os pesquisadores, na mini-usina piloto, estima-se que este processo deverá durar em torno de 24 horas para que o teor de açúcar aproxime-se de 0%. Usando este método experimental, foram obtidos no LASPER rendimento de 152 a 177,5 litros de etanol absoluto por tonelada de raiz. Considerando a produtividade da cultivar Palmas, citada por Silveira et al. (1996) de 40 ton/ha, o potencial desta para a produção de etanol por hectare é de 6080 litros a 7100 litros (Magalhães.2007)

Os estudos realizados pelos pesquisadores do Lasper, mostra a sequência de etapas para a obtenção do álcool a partir da batata- doce .A batata-doce é moída e transformada em farelos, em seguida acrescenta-se água numa proporção de vinte por cento do volume original ou mais, dependendo das propriedades do equipamento agitador, submetendo a mistura ao calor, e assim que alcance os setenta graus alfa-amilase na proporção de 500ml para cada tonelada de amido; manter a mistura ou centígrados, acrescentar a enzima mosto, aquecido entre 90 e 95 °C por cerca de 120 minutos. Sacarificação e fermentação: diluir o mosto para obter-se ao final da fermentação a quantidade de 10 a 11GL; resfriar até temperatura entre 28 e 34 °C e efetuar a correção do pH para valores de 5,0 a 5,5; encaminhar o mosto para um tanque fermentador para que atinja de 5 a 10% de sua capacidade e adicionar o inóculo de levedura e a enzima referente ao seu volume total. (Brasil Patente nº PI0606021-8 A2 04/12/2006)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho aponta que devido a escassez dos recursos fósseis, aliada a danos ambientais, tem levado a humanidade a uma busca cada vez mais intensa por fontes de energia limpas e renováveis.

Nesta perspectiva, a produção de álcool a partir da bata doce, incorpora benefícios sociais relevantes, relacionados com a geração de empregos e com a elevação da renda no meio rural. Além disso, a utilização de etanol como combustível cresce mundialmente, em razão da sua enorme contribuição ao meio ambiente, com a redução qualitativa e quantitativa dos níveis de poluição ambiental, principalmente nas grandes cidades, como fonte de energia renovável no lugar do óleo diesel e outros derivados do petróleo.

POTENTIAL OF SWEET POTATO FOR ETHANOL PRODUCTION

ABSTRACT

The objective of this work was to study sweet potato under the perspective of consolidating in ethanol production in Brazil. For this purpose, a wide bibliographic review was carried out related to the ethanol production chain from the sweet potato, for which we have used updated publications from various sources, such as technical bulletins, specialized magazines, academic databases, articles, monographs and theses. From the earliest days of Brazil, already in the colonial era, the Brazilian economy was marked by the use of several products ranging from the extraction of the Brazilian wood to the extraction of natural rubber. However, due to high inflation in the country in 1996, the use of ethanol that was rising as a raw material for sugar cane did not become more viable and gasoline was used for fuel purposes. Social and environmental issues, however, has taken into account the increase of the emission of CO₂ gases and increase of the greenhouse effect that had a macrécimo with the use of the mentioned fuel, being necessary to bet on renewable resources for those ends. As an alternative source of bioenergy sweet potato presents an excellent production of biomass to obtain alcohol biofuel since the cost of producing sweet potato alcohol is less than half that of sugar cane and what is left of the process extraction of alcohol in this type of industrial plant is an ideal by-product for animal feed. With the information collected, it was possible to evaluate the prospects of sweet potatoes for ethanol production, aiming at a diversification of the production medium, and correlating their potential for family farming.

Keywords: biofuel, alcohol, sweet potato

REFERÊNCIAS

CANILHA, L.; MILAGRES, A M. F.; SILVA, S. S.; ALMEIDA E SILVA, J. B.; MARIA G.A.FELIPE, CARVALHO,W. A study on the pretreatment of a sugarcane bagasse sample with dilute sulfuric acid. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, vol 38, p.1467-1475, 2011

DE CASTRO, Luis Antônio Suita et al. Padronização de procedimentos para obtenção de etanol de batata-doce na Embrapa Clima Temperado. In: **Embrapa Clima Temperado- Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 4.; REUNIÃO TÉCNICA DE AGROENERGIA, 4., 2012, Porto Alegre, RS. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 1 CD-ROM.

DE COMUNICAÇÃO, GRUPO CAPITAL. GC Notícias. **Usina de Sorriso vai produzir etanol de batata-doce. Jul, 2016.**

DE CASTRO, L. A. S. et al. Acessos de batata-doce do banco ativo de germoplasma da Embrapa Clima Temperado, com potencial de produção de biocombustível. **Embrapa Clima Temperado-Documentos (INFOTECA-E)**, 2008.

DE CASTRO, Luis Antônio Suita et al. Padronização de procedimentos para obtenção de etanol de batata-doce na Embrapa Clima Temperado. In: **Embrapa Clima Temperado- Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 4.; REUNIÃO TÉCNICA DE AGROENERGIA, 4., 2012, Porto Alegre, RS. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 1 CD-ROM.

DE MENEZES PAVLAK, Marta Cristina et al. Estudo da fermentação do hidrolisado de batata-doce utilizando diferentes linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. **Quim. Nova**, v. 34, n. 1, p. 82-86, 2011.

ERENO, DINORAH. Etanol de mandioca doce. **Revista Fapesp. Vairedades de raiz açucaradas etapa no processo de produção de álcool combustível. Disponível em:< www.revista-pesquisa.fapesp.br**, 2008.

GONSALVES, Robério Sulz. **Novas cultivares: ano 12**. Brasília, EMBRAPA-DDI, 1985.

GONÇALVES NETO, A. C. **Aptidões para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal em clones de batata-doce**. 2010. Tese de Doutorado. Tese.

KOHLHEPP, Gerd. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos avançados**, v. 24, n. 68, p. 223-253, 2010.

LEITE, M.(04/12/2006), Brasil Patente PI 0606021-8 A2.

LIMA, A. M. Estudos recentes e perspectivas da viabilidade técnico – econômica da produção de etanol lignocelulósico. 1 ed. Brasília: Embrapa Agroenergia, 10 p., 2011.

LUIZ, Antonio Suita de Castro. **Artigo: etanol de batata –doce, uma realidade**. Revista cultivar. 2015.

MALUF, Wilson Roberto. A batata-doce e seu o potencial na alimentação humana, na alimentação animal, e na produção de etanol biocombustível. **Cultura**, v. 1999, 2003.

MASIERO, Sara Scomazzon. Microusinas de etanol de batata-doce: viabilidade econômica e técnica. 2012.

MACHADO, Cristina Maria Monteiro; ABREU, Frederique Rosa. Produção de álcool combustível a partir de carboidratos. **Área de Informação da Sede-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2006.

MAGALHÃES, K. A. B. **Análise da sustentabilidade da cadeia produtiva de etanol de batata-doce no município de Palmas-TO**. 2007. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Tocantins, Tocantins-TO, Brasil.

MIRANDA, João Eustáquio Cabral de. Batata-doce. Disponível em < <https://www.portalsaofrancisco.com.br/alimentos/batata-doce> > . acesso em 15/09/2018

MOTTA, V.T. Bioquímica. Caxias do Sul, RS: Educs, 2005.

NETO, Pedro R. Costa et al. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química nova**, v. 23, n. 4, p. 531-537, 2000.

OLIVEIRA, Lucas Mendes et al. ESTUDO COMPARATIVO DAS DIFERENTES TECNOLOGIAS UTILIZADAS PARA PRODUÇÃO DE ETANOL?. **Geoambiente on-line**, n. 19, p. 01-23 pág., 2012.

OLIVEIRA NETO, Manoel Antônio de et al. Comportamento de germoplasma de batata-doce em Sergipe. 2012.

RIZZOLO, Joana Antunez. Estudos para o aproveitamento biotecnológico de variedades de batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] na fermentação alcoólica para a produção de etanol combustível e aguardente. 2014.

KRISHNA S. H.; RAO, K. C. S.; BABU, J. S.; REDDY, D. S. Studies on the production and application of cellulose from *Trichoderma reesei* QM-9414. *Bioprocess Engineering*, 22, p. 467-470, 2000.

KALKMANN, Danielle Cristina. Produtividade, qualidade de raiz, resistência aos insetos de solo e aos nematóides-das-galhas, e estimativas de parâmetros genéticos em clones de batata-doce cultivados no Distrito Federal.

PAVLAK, Marta Cristina de Menezes; ZUNIGA, Abraham Damian; LIMA, Thiago L. Abreu, ARÉVALO-PINEDO, Aroldo; CARREIRO, Solange Cristina ; FLEURY, Caroline Santana; SILVA, Diana Lopes. Aproveitamento da farinha do mesocarpo do babaçu (*Orbignya martiana*) para obtenção de etanol. *Evidência, Joaçaba*, v. 7, n. 1, p. 7-24, jan./jun. 2007

QIU, H.; HUANGA, J.; YANGA, J.; ROZELLE, S.; ZHANG, Y.,; ZHANG, Y.; ZHANG, Y. Bioethanol development in China and the potential impacts on its agricultural economy, *Applied Energy*, 87, p. 76-83, 2010.

ROCHA, Délcio. Demanda interna deve guiar produção de etanol no Brasil. 2008. Disponível em: <http://brasilatual.com.br/sistema/?p=1036>. Acesso em: 27/02/2013.

SILVEIRA, M. A.; ANDRÉ, C. M. G.; ALVIM, TCl. A cultura da batata-doce como fonte de matéria-prima para produção de etanol. Palmas: UFT, 45 p. **Boletim Técnico**, 2007.

SUAREZ, Paulo AZ et al. Transformação de triglicerídeos em combustíveis, materiais poliméricos e insumos químicos: algumas aplicações da catálise na oleoquímica. **Química nova**, v. 30, n. 3, p. 667-676, 2007

SIGRIST.Sergio. batata doce. portal medicinais. 04/10/2015.disponível em<<http://www.ppmac.org/content/batata-doce>> acessado em 15/11/2018

SURMELY, R. et al. Hidrólise do Amido. In: Agricultura: Tuberosas Amiláceas Latino Americano, v.3, cap.15. p. 377-399, 2002

TAHERZADEH, M.J.; KARIMI, K. Pretreatment of lignocellulosic wastes to improve ethanol and biogas production: a review. International Journal of Molecular Sciences, vol.9, p.1621-1651, 2008.