



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS

FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS – FCE

CURSO DE BACHARELADO EM DESENVOLVIMENTO RURAL – PLAGEDER

**POTÊNCIAS, DESAFIOS E TENDÊNCIAS DO ETANOL A BASE DE
BATATA-DOCE**

ANDRÉ VOLMIR GRIEP

SÃO LOURENÇO DO SUL/RS – 2022

ANDRÉ VOLMIR GRIEP

**POTÊNCIAS, DESAFIOS E TENDÊNCIAS DO ETANOL A BASE DE
BATATA-DOCE**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso Bacharelado em Desenvolvimento Rural - PLAGEDER, da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Desenvolvimento Rural.

Orientador: Prof. Dr. Glauco Schultz

Coorientador: Prof^a. Deise de Oliveira Alves

SÃO LOURENÇO DO SUL/RS – 2022

ANDRÉ VOLMIR GRIEP

**POTÊNCIALIDADES, DESAFIOS E TENDÊNCIAS DO ETANOL A BASE DE
BATATA-DOCE**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso Bacharelado em Desenvolvimento Rural - PLAGEDER, da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Desenvolvimento Rural.

Aprovada em: Porto Alegre, ____ de ____ de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Glauco Schultz – Orientador

UFRGS

Profa. Dra. Chaiane Leal Agne

Instituição: UFRGS

Prof. Dr. Paulo Waquil

Instituição: UFRGS

RESUMO

Com o crescimento da preocupação com a disponibilidade dos combustíveis fósseis, vem motivando a busca por alternativas a esta fonte de energia. Neste contexto o etanol vem sendo apontado como uma alternativa como fonte de energia, principalmente pela variabilidade de matéria-prima para a sua produção. Como alternativa de matéria-prima para a produção de etanol, a batata-doce se destaca pela sua elevada capacidade de produção de matéria prima por área, curto tempo de cultivo e alta capacidade de conversão da matéria prima em etanol. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é analisar as perspectivas sobre as tendências e desafios da produção do etanol a base de batata-doce como fonte de combustíveis. A pesquisa foi desenvolvida em caráter exploratório e em uma abordagem qualitativa a fim de proporcionar maior familiaridade com o tema. Como forma de elucidar os resultados foi realizado pesquisas bibliográficas e entrevista com profissional referência no tema. Os resultados indicam que os principais benefícios estão nos ganhos quando ao seu ciclo de produção da matéria prima que é de 4 a 6 meses, cultivo pequenas áreas, baixo impacto ambiental, aproveitamento de resíduos e baixos investimentos. As barreiras ou limitações encontra-se na necessidade de ampliação dos investimentos em todas as etapas do processo de produção, necessidade de políticas públicas e a padronização do produto para transforma-lo em uma commodity. Nas tendências percebe-se a expansão no debate sobre o assunto, aberturas de novos mercados e a inclusão de barreiras tarifárias de exportação. Concluiu-se que a cadeia produtiva como um todo, ainda é carente de investimentos em pesquisa, tecnologia e políticas públicas, porém o cenário atual que se apresenta é promissor pela oportunidade de ampliação do consumo nacional e internacional do etanol.

Palavras-chave: Fontes alternativas, Matéria-prima, Batata-doce, Etanol.

ABSTRACT

With the growing concern about the availability of fossil fuels, it has been motivating the search for alternatives to this energy source. In this context, ethanol has been pointed out as an alternative energy source, mainly due to the variability of raw materials for its production. As an alternative raw material for the production of ethanol, sweet potato stands out for its high production capacity of raw material per area, short cultivation time and high capacity for converting raw material into ethanol. In this sense, the objective of this work is to analyze the perspectives on the trends and challenges of the production of sweet potato-based ethanol as a source of fuel. The research was developed in an exploratory character and in a qualitative approach in order to provide greater familiarity with the topic. As a way to elucidate the results, bibliographic research was carried out and an interview with a reference professional on the subject was carried out. The results indicate that the main benefits are in the gains when its production cycle of the raw material is from 4 to 6 months, cultivation in small areas, low environmental impact, use of residues and low investments. The barriers or limitations lie in the need to expand investments in all stages of the production process, the need for public policies and the standardization of the product to transform it into a commodity. In the trends, one can see the expansion of the debate on the subject, the opening of new markets and the inclusion of export tariff barriers. It was concluded that the production chain as a whole is still lacking in investments in research, technology and public policies, but the current scenario that presents itself is promising because of the opportunity to expand national and international consumption of ethanol.

Keywords: Alternative sources, Raw material, Sweet potato, Ethanol.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	OBJETIVOS.....	9
1.1.1	Objetivos geral	9
1.1.2	Objetivos específicos	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1	CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE O ETANOL A BASE DE BATATA-DOCE.....	10
2.2	PRODUÇÃO DO ETANOL A BASE DA BATATA-DOCE.....	14
2.3	LEGISLAÇÃO E PROJETOS QUE ENVOLVEM A PRODUÇÃO DE ETANOL A BASE DE BATATA-DOCE.....	15
3	METODOLOGIA	17
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	19
4.1	BENEFÍCIOS NA PRODUÇÃO DE ETANOL A BASE DE BATATA-DOCE.....	19
4.2	BARREIRAS E/OU LIMITAÇÕES NA PRODUÇÃO DE ETANOL A BASE DE BATATA-DOCE.....	21
4.3	TENDÊNCIAS E/OU PERSPECTIVAS DA PRODUÇÃO DE ETANOL A BASE DE BATATA-DOCE.....	24
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
	REFERÊNCIAS	30
	ANEXOS	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Plantação de batata-doce.....	11
Figura 2	Microdestilaria do etanol a base da batata-doce.....	13

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Produção Brasileira de etanol.....	14
Quadro 2	Benefícios da produção de etanol a base de batata-doce.....	19
Quadro 3	Barreiras e/ou Limitações da produção de etanol a base de batata-doce.....	22
Quadro 4	Tendências e/ou perspectivas da produção de etanol a base de batata-doce.....	24

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação sobre a segurança e soberania energética dos países, bem como o elevado decréscimo da disponibilidade de combustíveis fósseis e a intensificação dos efeitos nocivos resultantes das mudanças climáticas, vêm motivando pesquisadores, empresas e governos a encontrar fontes alternativas de energia (GULDEN, 2019). Estas fontes alternativas têm em comum o fato de serem renováveis, terem elevada disponibilidade e serem menos nocivas ao meio ambiente do que os combustíveis fósseis (GULDEN, 2019).

Neste contexto, o etanol aparece como uma alternativa de combustível renovável devido a variabilidade de matérias prima e pela diminuição do impacto ambiental deste quando comparado aos combustíveis fósseis (GULDEN, 2019). O etanol pode ser de culturas amiláceas ou sacaríneas, os processos são realizados a partir de matérias primas incluídos açúcares fermentáveis ou também a partir de matérias primas amiláceas (FRANCO; FRANCO, 2021).

A batata-doce é um amiláceo que demonstra elevado potencial energético para a produção de álcool como combustível, pois apresentam altas quantidades de açúcares e amido como redutores (Franco; Franco, 2021). Também apresenta vantagem sobre o rendimento proporcionado, uma tonelada de batata-doce pode gerar de 160 a 180 litros de etanol em quatro meses, considerando a produção de variedades melhoradas pela Embrapa, como a BRS Gaita e a variedade da Fepagro BRS Fepagro Viola, que possuem potencial de 75 toneladas hectare, três vezes mais do que a cana-de-açúcar por hectare que possui o tempo de cultivo e colheita é de 10 a 12 meses com o uso permanente do solo durante todo o ano (FEPAGRO, 2015).

No Brasil, a batata-doce pode ser cultivada em todas as regiões, representando uma área de produção de 59.790 hectares com produção de 847.896 toneladas. No Rio Grande do Sul, na safra de 2020, a produção foi de 11.296 hectares com a produção de 133.605 toneladas (ATLAS 2020).

No Rio Grande do Sul, a primeira usina de etanol a base da batata-doce já recebeu a Licença Prévia e de Instalação Unificada. A unidade será construída em uma área de três hectares, na cidade de Carazinho, o produto será 100% aproveitado, ou seja, o álcool será utilizado nos postos da família e o farelo será vendido para a indústria de ração. Além disso, 400 famílias da agricultura familiar serão beneficiadas (CANAL RURAL, 2020).

A Embrapa Clima Temperado tem direcionado esforços para desenvolver produtos e processos que tornem viáveis as expectativas dos produtores em fomentar a atividade rural. Com a demanda de produção das energias renováveis surgem perspectivas da batata-doce, de ocupar um nicho de mercado ainda pouco explorado no Brasil (CASTRO, 2012). Portanto, dada a importância da produção de etanol a base da batata-doce como fonte de energia renovável e não nociva ao meio ambiente, e, também, considerando que no Brasil os estudos sobre essa temática são incipientes, torna-se relevante um estudo que contemple a seguinte pergunta: Quais as potencialidades, desafios e tendências do etanol a base de batata-doce?

O estudo científico torna-se relevante por apresentar uma alternativa de energia renovável, visto a existência elevada de poluição causada pelos lançamentos de gases resultantes da queima de combustíveis fósseis provocando efeitos danosos na saúde humana, economia e meio ambiente. Além disso, a produção de etanol foco do estudo, apresenta um processo de implantação que não exige investimentos elevados, podendo ser um negócio realizado por uma cooperativa ou até mesmo, por agricultores familiares.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar as potencialidades, desafios e tendências da produção do etanol a base de batata-doce como fonte de combustível.

1.1.2 Objetivos específicos

-Apresentar os benefícios percebidos na produção do etanol a base de batata-doce como fonte de combustível;

-Apresentar as barreiras que devem ser superadas para a produção do etanol a base de batata-doce como fonte de combustível; e,

- Analisar as tendências e perspectivas da produção do etanol a base de batata-doce como fonte de combustível.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados e discutidos conceitos que pautaram sobre o etanol a base da batata-doce. Inicialmente, expõem-se uma contextualização sobre o etanol a base de batata-doce. Com seguinte apresentam-se informações sobre a produção de etanol a base da batata-doce. E, por fim, exibe-se legislação e projetos que envolvem a produção a base de batata-doce.

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE O ETANOL A BASE DE BATATA-DOCE

No ano de 1975 quando o país e o mundo sofreram com a escassez do petróleo, o governo da época criou a partir do Decreto nº 76.593 o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), que entre os incentivos está a produção de etanol, produzido principalmente a partir da cana-de-açúcar. O programa também disponibilizou investimentos com juros subsidiados, que tinham o objetivo de financiar a implantação de lavouras de cana-de-açúcar e as indústrias necessárias ao seu beneficiamento, fato este, que tornou a cana-de-açúcar desde aquela época como a principal matéria prima na produção de etanol (CORTEZ, 2018).

O programa conseguiu promover uma crescente substituição da gasolina pelo etanol até o ano de 1985. Após este período começou a haver uma estagnação na produção de etanol, pois o programa Proálcool foi extinto, resultando em uma crise na produção de etanol, e a matéria prima passou a ser direcionada para a produção de açúcar, mais fortemente a partir do ano de 1990. No período de 2003 a 2008, com o incentivo a compra de carros flex, a restrição das queimadas em canaviais e mecanização da agricultura, fizeram com que o setor tivesse um novo aquecimento. Mas em 2009, o setor se estagnou novamente, por falta de incentivos e políticas voltadas ao seu crescimento (CORTEZ, 2018).

Com a estagnação da produção de etanol a base da cana-de-açúcar, o setor vem buscando alternativas para a subutilização das plantas industriais através da utilização de novas fontes de matéria-prima. Abrindo-se assim, caminhos para uma pequena participação de matérias-primas amiláceas, que podem ser principalmente de origem do milho, sorgo, batata-doce e mandioca (MILANEZ et al., 2014).

O etanol pode ser obtido de diferentes matérias primas que contenham açúcares ou polímeros de açúcares, como cereais, frutas, tubérculos, raízes, gramíneas, sorgo sacarino entre outras. Como fonte alternativa de etanol, a batata-doce apresenta produção expressiva de biomassa para obtenção de álcool combustível. Além disso, possui ciclo curto de produção (4 meses a 5 meses), o que leva a dois ciclos anuais e o resíduo da industrialização pode ser oferecida aos animais como fonte de proteína principalmente na época da seca (BORGES, 2019).

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é da espécie dicotiledônea, da família Convolvulaceae que possui origem americana. No aspecto físico, ela possui caule herbáceo, com ramificações de tamanho, cor e pilosidade bastante distintas, com folhas largas, com coloração e recortes variáveis e flores hermafroditas. As raízes da batata-doce se dividem em dois tipos, sendo elas: raiz tuberosa ou de reserva (interesse comercial) e a raiz absorvente (absorção de água e nutrientes). Porém a batata-doce com a raiz tuberosa apresenta maiores teores de matéria seca, fator atrativo de interesse para a indústria (SILVEIRA, 2008). A seguir na figura 1 ilustra uma plantação de da variedade Beauregard, na localidade de Campos Quevedos no município de São Lourenço do Sul – RS.

Figura 1 — Plantação de batata-doce



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A propagação da batata-doce pode ser através da retirada de ramas-sementes em lavouras bem conduzidas e com relevante estado fitossanitário, onde são retirados ramos contendo 6 a 8 entrenós, preferencialmente mais da extremidade da planta. A outra forma é o cultivo de plantas mãe em viveiros, onde os tubérculos são cultivados por um período aproximado de dois meses, para possibilitar a primeira retirada de ramas-sementes, sendo um sistema indicado para regiões mais frias e para cultivos industriais (SILVEIRA, 2008).

Os cultivares vão variar conforme a finalidade, no caso de cultivares industriais o fator mais relevante é o teor de matéria seca que está altamente correlacionado ao teor de amido, que será a base para a produção de etanol. Além disso, outras características influenciam, como a resistência a insetos de solo, nematoides e a capacidade produtiva (SILVEIRA, 2008).

O processo de produção de etanol a partir de batata-doce, geralmente obedece a seguinte ordem: As raízes são lavadas para remover as impurezas; as raízes são trituradas a fim de formar uma massa ralada; a massa ralada é transferida para um reator de pré-sacarificação e adiciona-se água na proporção, dois de massa ralada para um de água, sob agitação; chegando a temperatura a 60°C é adicionada a enzima liquidificante, após o aquecimento é gradual até 90°C e a temperatura é mantida por uma hora; o meio hidrolisado é resfriado e o PH é ajustado para 5 (RISSO, 2014).

Para converter a bata-doce em açúcar é necessário realizar a fermentação, que pode ser dividida em três fases: hidrólise (liquefação e sacarificação), a fermentação e destilação. Na fase da hidrólise, ocorre a gelatinização do amido, que com o aumento da temperatura quebra pontes de hidrogênio, em seguida o PH e a temperatura são ajustados, e adicionado enzimas sacarificantes ou ácidos que transformam o composto em glicose. Posterior a glicose entra na fase de fermentação, sendo um processo demorado que pode levar até 72 horas. Por fim, a etapa da destilação, gerando o etanol e sub produtos (RISSO, 2014). A seguir um exemplar de uma microdestilaria, que está localizada no parque da Expoagro Afubra no município de Rio Pardo - RS (Figura 2).

Figura 2 — Microdestilaria de etanol



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

O custo para compra, instalação e treinamento para uma microdestilaria com capacidade de produção de 807 L dia, no ano de 2019 ficava no valor de R\$ 1.110.379,02 (BERNARDI, et al., 2020). Mas para que um projeto de implantação de uma estrutura com a extração de etanol seja viável, torna-se relevante a existência de matéria prima na região, sendo fundamental para o processo de produção.

Para Zonin (2021) o processo da produção de etanol a partir do amido gera em torno de 40% de rendimento de etanol, 35% de farelos, 20% de CO₂, além de outros coprodutos com óleos e energia elétrica. Sendo assim extremamente rentável e viável do ponto de vista industrial, e a nível de consumidor se o etanol chegar a 70% do preço da gasolina os carros serão abastecidos com etanol. Além disso, o custo para a implantação de uma usina com potencial aproximado de 125 milhões de litros ano, possui uma estimativa de valor de 400 a 500 milhões de reais.

2.2 PRODUÇÃO DO ETANOL A BASE DA BATATA-DOCE

A China é a maior produtora mundial de batata-doce e o Brasil fica em 18º lugar, porém o Brasil é o maior produtor na América do Sul (MAGALHÃES, 2007). Destaca-se que o Brasil é o maior produtor mundial de bioetanol a base de cana-de-açúcar e que a produção a partir da matéria prima de batata-doce possui potencial para os estados do sudeste do Brasil (Quadro 1)(YUSUF; GINTIGA, 2014). Além disso, o país é o segundo maior produtor de etanol do mundo, ficando apenas atrás dos Estados Unidos (SOARES; JUNIOR, 2021).

Quadro 1 — Produção Brasileira de etanol

Safra	17/18	18/19	19/20	20/21	21/22
Produção m ³	27.781.552	33.144.631	35.581.326	32.500.701	29.873.796

Fonte: MAPA (2022).

A batata-doce pode ser cultivada em todas as regiões do Brasil, sendo que, a produção de batata-doce no Brasil é de 59.790 hectares com produção de 847.896 toneladas e no Rio Grande do Sul a produção é de 11.296 hectares com a produção de 133.605 toneladas, na safra de 2020 (ATLAS 2020).

No caso do Rio Grande do Sul, o Estado é o maior produtor nacional de batata-doce com 24% da produção total, com destaque nas safras 2016-2018 para os municípios São Francisco de Paula, seguido de São José dos Ausentes, Bom Jesus e Ibiraiaras (ATLAS, 2020). Além disso, somente 2% do álcool que é consumido é produzido no estado.

Com isso, a batata-doce pode ser uma alternativa interessante para o estado e para os pequenos produtores rurais por não exigir grandes áreas de plantio, apresenta custo baixo para implantação da lavoura e alto rendimento, além da possibilidade de ser produzida em terras menos férteis, ser uma cultura cuja necessidade de investimento é menor do que a cultura da cana-de-açúcar e os resíduos da produção podem ser usados como ração animal (CASTRO, et al, 2008 p.12). Também pode contribuir na geração de renda para pequenos produtores quando estes passam

a participar deste mercado de energia renovável, produzindo para o seu consumo e para os maiores consumidores (ODERICH, 2013, apud, SILVA, 2007).

Por fim, torna-se relevante a preocupação com a produção de combustíveis limpos baseados nas medidas estabelecidas pelo Protocolo de Kyoto, por isto a necessidade da busca alternativas que não sejam derivados de petróleo, e que desta forma a batata-doce tem recebido incentivos para ter a sua produção impulsionada (CASTRO et al., 2008).

2.3 LEGISLAÇÃO E PROJETOS QUE ENVOLVEM A PRODUÇÃO DE ETANOL A BASE DE BATATA-DOCE

Na busca por redução do valor dos combustíveis ao consumidor final o Governo Federal a partir da Lei nº 14.292 (2022) que “autoriza a revenda varejista de gasolina e etanol hidratado fora do estabelecimento autorizado, limitado ao município onde se localiza o revendedor varejista autorizado, na forma da regulação da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível – ANP”. Esta não obrigatoriedade dos combustíveis de serem distribuídos por distribuidoras aos postos de combustível, busca possibilitar a venda direta dos produtores aos postos de combustíveis, o que potencializa a produção de etanol.

No estado do Rio Grande do Sul, a fim incentivar a expansão da cadeia produtiva do etanol, foi instituída a Política Estadual de Estímulo à Produção de Etanol – PRÓ-ETANOL/RS, onde esta Lei 15.641(2021) possui o objetivo de “regular a produção, a industrialização, a circulação e a comercialização do etanol, bem como de seus coprodutos, sementes, mudas, matérias-primas, demais insumos, derivados e congêneres”.

Em 2013, iniciou um processo para a criação de projeto de lei para a cadeia produtiva do etanol, onde neste processo foram realizadas diversas mobilizações. O desenvolvimento de uma cadeia que ainda não existe no estado, como a produção de etanol a partir de matérias primas de amido e cultivadas no inverno, como a aveia, triticale, cevada, centeio, sorgo, milho, arroz gigante e batata por isto toda esta dificuldade (ZONIN, 2021).

Onde os EUA deram certo e assim conseguiram a partir de 2009 a exploração do amido aumentar a sua produção de etanol de 15 para 70 bilhões de litros/ano, enquanto no Brasil ficou estagnado de 27 a 30 bilhões de litros/ano. Agora com a lei já existem 12 projetos em andamento no estado que vão contribuir para o desenvolvimento deste setor (ZONIN, 2021).

A ideia do projeto é priorizar culturas de inverno, pois no Estado se cultiva aproximadamente 8 milhões de hectares no verão, geralmente com milho e soja, e cultiva aproximadamente 1 milhão de hectares de trigo e mais meio milhão de hectares com culturas de inverno. Sendo assim o Estado possui de 4 a 5 milhões de hectares sem cultivo no inverno. (ZONIN, 2021).

O programa visa incentivar culturas como o triticales, trigo, cevada, centeio, aveia branca, sorgo grão (plantado depois da soja e milho), arroz gigante, e mais para frente as batatas desenvolvidas pela Embrapa, quando tivermos tecnologia de plantio e colheita. Estas serão as novas matérias primas desenvolvidas a partir de agora. O exemplo de uma usina na cidade de Viadutos, ela possuirá a capacidade de 125 milhões de litros/ano, em torno de 100 toneladas de farelo que poderá ser usada para a cadeia animal, e ela vai necessitar de 15 a 20 mil agricultores produzindo as matérias primas, gerando assim novas oportunidades de mercado, para estes agricultores em apenas uma refinaria (ZONIN, 2021). Com a assinatura do primeiro protocolo de intenção para a construção de uma usina de produção de etanol no estado do Rio Grande do Sul, o mesmo, dará um tratamento tributário de ICMS diferenciado para a aquisição de máquinas e equipamentos (CORREIO DO POVO, 2022).

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para analisar as perspectivas sobre as tendências e desafios do uso do etanol a base de batata-doce como fonte de combustível renovável, terá uma abordagem exploratória, sendo um tipo de pesquisa que tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses, além de envolver levantamento bibliográfico (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 35).

Quanto a sua abordagem será a uma pesquisa qualitativa, a fim de se obterem subsídios para a elaboração da análise dos resultados. Essa abordagem, torna o conhecimento do pesquisador parcial e limitado, sendo o objetivo da amostra de produzir informações aprofundadas e ilustrativas, independente do seu tamanho (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 35 *apud* DESLAURIERS, 1991 p.58).

A coleta de dados foi estruturada em informações apuradas em duas etapas. Na primeira etapa, foi realizada a pesquisa bibliográfica que envolveu fontes secundárias, oficiais e estudos publicados sobre o tema. Na segunda etapa, foi realizada um roteiro de entrevistas junto a agentes-chave.

Para o desenvolvimento da primeira etapa foram utilizados para a seleção dos documentos mencionados acima a base Google Scholar, Periódicos da Capes, Lume UFRGS e Embrapa e entrevistas de pesquisadores no Youtube, sem delimitação de tempo. Foram reunidos materiais que descrevem a produção de etanol da batata-doce. A apuração destas informações apresentou enfoque sistêmico, possibilitando obter a ideia geral sobre a área estudada.

Na segunda etapa, executou-se a pesquisa de campo a fim de apurar as potencialidades, limitações e tendências da utilização do etanol a base de batata-doce como fonte de combustível renovável, cujo instrumento de coleta de dados consistiu em um roteiro de entrevistas. Este foi composto por questões abertas que contemplavam variáveis relacionadas às abordagens teóricas que fundamentaram esta investigação empírica. Foi enviado um questionário por e-mail para cinco entrevistados-chave por serem referências na pesquisa e conhecimento sobre o tema, sendo eles, representantes da Embrapa, Emater e da Universidade Federal de Santa Maria. A escolha dos entrevistados ocorreu através da indicação de expositores que trabalham com tema, durante a Feira da Expoagro Afubra de 2022.

Apenas um entrevistado-chave retornou com o questionário respondido, sendo um Professor Adjunto no curso de graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental no Colégio

Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, sendo responsável pelo setor de energias alternativas e coordenador da Usina Piloto de Etanol do colégio politécnico da UFSM.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta seção tem por objetivo, inicialmente, descrever sobre os benefícios na produção de etanol a base de batata-doce. Após, busca-se, em segundo momento, busca identificar as barreiras, ou limitações para a produção de etanol a base de batatas–doce. Posteriormente, apresenta-se as perspectivas e tendências da produção de etanol a base de batata-doce.

4.1 BENEFÍCIOS NA PRODUÇÃO DE ETANOL A BASE DE BATATA-DOCE

Em relação aos benefícios na produção de etanol a base da batata-doce, observou-se através da literatura que os fatores de produção, geração de emprego e renda, viabilidade econômica e os aspectos ambientais são elementos determinantes para tornar a produção de etanol de batata-doce uma alternativa as fontes fósseis de combustível (Quadro 2).

Quadro 2 — Benefícios da produção de etanol a base de batata-doce

Benefícios	Especificação dos benefícios
Ciclo	5-6 meses, comparado a outras fontes é um ciclo curto
Área de plantio	Pequenas áreas, aptidão para a agricultura familiar
Ambiental	Não agride o meio durante todo o processo produtivo
Econômica	Viável já a partir de pequena escala de produção
Produção	Possui grande quantidade de amido, conseqüentemente grande capacidade de produção de etanol
Resíduos	Podem ser reutilizados e geram receita
Investimento de implantação da lavoura	Baixo investimento no cultivo com plantas resistentes e pouco exigentes
Investimento na planta de beneficiamento	Planta industrial de baixo investimento comparado a outras fontes e com possibilidade de produção flex.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Para Magalhães (2007) a produção de etanol a partir de batata-doce é mais vantajosa quando comparada com a produção de etanol a partir de cana-de-açúcar, pois a batata-doce possui um ciclo de 5-6 meses para produzir, já a cana-de-açúcar chega a levar 12 meses de ciclo produtivo. Para o Chielle (2016) relata a alta capacidade produtiva da batata-doce e a alta capacidade nutritiva da planta das diferentes partes da planta, sendo um ciclo de no máximo de 4 a 6 meses.

Castro (2016) mostra que a cultura se comporta extremamente bem e tem uma boa aceitação por parte dos agricultores, pois eles a conhecem, sabem como produzir, possui boa adaptabilidade, rustica e de fácil cultivo o que gera uma ampla vantagem frente a outras culturas. Outro benefício identificado referente a produção da batata-doce é que, diferentemente de outras culturas agroenergéticas, não exige grandes áreas de plantio (CASTRO, 2012).

Quando questionado ao entrevistado sobre os benefícios da produção de etanol a base de batata-doce, percebe-se que o curto período do ciclo produtivo e a facilidade de adaptação ao clima do Rio Grande do Sul são considerados os principais fatores favoráveis.

Comparado a outros produtos utilizados para a produção de etanol, a batata-doce apresenta algumas vantagens como seu curto período de ciclo reprodutivo de 4 a 5 meses, o que representa 2 safras no ano. Além disso é uma matéria-prima que se adapta relativamente bem ao clima e ao solo do Rio Grande do Sul. Desse modo pode ser produzida em terras não tão férteis e isso beneficia os pequenos produtores, ampliando suas oportunidades já que podem fornecer o produto para as usinas e até mesmo participar da produção do etanol. O amido da batata-doce, depois de hidrolisado à glicose, juntamente com outros açúcares redutores presentes na raiz da planta em quantidades menores, pode ser fermentado para a produção de etanol. Nesse sentido, um fator relevante é a grande quantidade de amido presente na batata-doce (ENTREVISTADO, 2022).

Do ponto de vista ambiental a produção da batata-doce mostrou-se mais eficaz do que a cana-de-açúcar, principalmente quando foram considerados os custos ambientais com a queima da cana-de-açúcar que é a principal externalidade negativa ao meio ambiente citada na literatura (MAGALHAES, 2007). Nos estudos de Franco e Franco (2021) demonstrou os potenciais impactos reduzidos em termos da sustentabilidade, como a utilização das práticas adequadas ambientalmente na planta industrial, os comportamentos ambientais amigáveis ao meio ambiente podem se tornar vantajosos, como mitigar fatores de mudanças climáticas e combustível proveniente de fonte renovável.

Silveira (2007) destacou também as vantagens da ausência de queimadas no processo, a possibilidade de utilização dos co-produto na alimentação de animais ou fabricação de rações, a não geração de vinhoto e a rusticidade da cultura. Já Erthal; Zamberlan; Salazar (2018) mostrou a possibilidade de uma expressiva produção de etanol a partir de batata-doce e que a utilização dos resíduos do processo é viável.

Concernente aos benefícios econômica Taborda (2014) apresentou a uma análise econômica e o levantamento de custos ficou abaixo do valor de mercado do etanol, portanto ela é viável em uma pequena propriedade, também identificou que não exige capacidades de economia de escala, ou seja, capacidade superior a suportada por uma pequena propriedade agrícola.

Castro (2012) destacou que a produção de etanol a base da batata-doce possui custo baixo para implantação da lavoura e alto rendimento, além da possibilidade de ser produzida em terras menos férteis, necessitar de investimento menor do que outras culturas e os resíduos da produção poder ser usados como ração animal. No estudo de Erthal; Zamberlan; Salazar (2018) ressaltam que o etanol a base de batata-doce se destaca pela sua concentração de etanol, pelo seu rendimento, pelo seu tempo de fermentação e a sua taxa de produtividade de etanol. Para Silveira (2007) a grande vantagem da produção de etanol a base de batata-doce é que ela é voltada para a agricultura familiar, onde um modelo de implantação de mini usinas (1200L/dia) só pode ser viável economicamente para este modelo.

Por fim, Yusuf e Ginting (2014) afirmam que a produção possui a maturidade mais precoce, menor custo de produção e pode ser colhida mecanicamente em relação à produção da mandioca. Também identificou a redução de custos com energia e na eficiência operacional, redução no desperdício de insumos e a possibilidade de investimentos a médio e longo prazo podem ser viáveis financeiramente (FRANCO; FRANCO, 2021).

Portanto, indicada para o cultivo a partir de pequenas áreas, a cultura apresenta-se promissora em termos produtivos, principalmente quando relacionada ao curto espaço de tempo na produção, o que possibilita uma boa conversão da produção em etanol por área, sem a necessidade de grandes investimentos no cultivo da planta e também na planta de industrialização.

4.2 BARREIRAS E/OU LIMITAÇÕES NA PRODUÇÃO DE ETANOL A BASE DE BATATA-DOCE

Em relação as barreiras e/ou fatores limitantes na produção de etanol a base da batata-doce, observou-se através da literatura que os aspectos relacionados ao processo de beneficiamento, padrão do produto, certificação, logística, pesquisas científicas e políticas públicas são algumas das limitações deste modelo de produção (Quadro 3).

Quadro 3 — Barreiras e/ou Limitações da produção de etanol a base de batata-doce

Barreiras e/ou Limitações	Especificações das Barreiras e/ou Limitações
Processo de beneficiamento	Necessita de melhorias e pesquisa – precisa de mais processos que outras matérias primas – processo produtivo em construção
Padrão de produto	Necessidade de padronizar para tornar-se uma commodity
Certificação internacional	Não possui certificação internacional
Logística	Muito concentrada na rodoviária, que possui deficiências de estrutura.
Pesquisa	Baixo investimento tanto público como privado, a nível nacional e mundial.
Políticas públicas	São baixas para este setor e quando existentes geralmente são direcionadas para a produção de etanol a partir de cana-de-açúcar

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Sobre a viabilidade da produção, destaca-se estudos que fazem análises comparativas com a produção de etanol a base da cana-de-açúcar. Para Rodrigues et al. (2011) a produção a partir da cana-de-açúcar é mais rentável e possui maior ganho em escala de produção quando comparada com a produção a base de batata-doce. Semelhante resultado foi encontrado por Maseiro (2012) onde é constatado a inviabilidade de produção em comparação com a cana-de-açúcar quando não há um consórcio com outra cultura, no estado do Rio Grande do Sul, este cenário só muda quando o destino possui a finalidade de consumo próprio, em pelo menos uma parte da produção. Outra limitação encontrada no estudo foi que a hidrólise realizada a frio de batata-doce frescas ainda não alcançou as condições consideradas na análise de viabilidade econômica.

Na visão do entrevistado, as barreiras e/ou limitações da produção do etanol a base da batata-doce estão no elevado custo para o tratamento prévio da matéria prima e na ausência de incentivos do poder público.

Uma das principais limitações da produção de etanol a partir da batata-doce é o fato de que a batata-doce tem o amido como reserva energética, de modo que se faz necessária a conversão desse polissacarídeo em açúcares por processo enzimático, o que exige um pré-tratamento. Isso aumenta o custo de produção pelo fato de, muitas vezes, as enzimas utilizadas no processo serem importada e, somado a isso, ainda haver poucos distribuidores no país. Então, comparando a batata-doce com a cana-de-açúcar, por exemplo, o custo tende a se elevar em função da cana dispensar esse tratamento inicial. Desse modo, o tratamento prévio da matéria prima configura-se como uma limitação à produção de etanol a partir de batata-doce por encarecer o processo (ENTREVISTADO, 2022).

O Rio Grande do Sul é o maior produtor de batata-doce do Brasil, o que se mostra vantajoso para a substituição da matriz cana-de-açúcar, já que este é um cultivo pouco adaptado ao território gaúcho, como apontam a pesquisas da Embrapa. Mas apesar do Rio grande do Sul

ser um dos maiores produtores de batata-doce do país a produção de etanol a partir dessa matéria-prima ainda é primitiva e sem incentivo, já que a primeira usina do produto foi licenciada pela FEPAM em 2020 (ENTREVISTADO, 2022).

Em 1975 foi criado o Programa Pró-álcool no Brasil a fim de diminuir a dependência do país em relação às importações de petróleo na época. A criação do programa, que foi uma consequência da crise do petróleo, possibilitou incentivos financeiros para o implemento da tecnologia e para a pesquisa no Brasil. Atualmente, mais de 50% da produção de cana no país é aproveitada na produção do etanol e é possível observar o avanço do cultivo da cana-de-açúcar para além das áreas tradicionais dessa manufatura. No Rio Grande do Sul foi criada a Lei 15641/2021 que institui a política estadual de estímulo à produção de etanol e cria o programa estadual de desenvolvimento da cadeia produtiva do etanol – Pró-Etanol/RS. No entanto, as indústrias estão reivindicando para terem incentivos, principalmente financeiros/fiscais e assim, comecem a produzir etanol a partir de matérias-primas alternativas à cana-de-açúcar como, por exemplo, trigo, batata-doce, sorgo granífero. Em relação as tecnologia o Brasil possui capacidade e inovação comprovada na área de produção de etanol, perdendo apenas para os EUA (ENTREVISTADO, 2022).

No mercado os gargalos estão na obtenção de um padrão de produto, pois se conseguir padronizar ele, há a possibilidade e o desejo de alguns interessados em transformar o etanol em uma commodity. Também falta uma certificação a nível internacional, que facilitaria negociações internacionais e a abertura de novos mercados, além de ajudar na superação de barreiras não tarifárias (SOARES; JUNIOR, 2021). Os mesmos autores, destacam também a precariedade para a logística principalmente pela infraestrutura dos modelos hidroviários, ferroviários e a ausência de alcooldutos, sendo o modelo rodoviário o mais utilizado, porém este também apresenta problemas estruturais.

Para Gulden (2019) o fator limitante na produção de etanol a base de batata-doce após a análise de artigos de diferentes países, está no fato do processo produtivo estar em desenvolvimento de forma geral, pois possui baixa quantidade de patentes e uma pequena participação de empresas nos estudos. Dessa forma, a fim de acelerar o desenvolvimento e a comercialização de biocombustíveis, é necessária uma ampla gama de pesquisa e desenvolvimento e especialização em ciência básica e aplicada, incluindo cultivo de culturas, tecnologias de processamento e utilização, economia e avaliação do ciclo de vida (YUSUF; GINTINGA, 2014).

Também são necessários esforços para apoiar a produção e as indústrias de batata-doce, incluindo as indústrias de bioetanol, como políticas governamentais para apoiar o crescimento da indústria de batata-doce, estabelecer especificações técnicas relacionadas, realizar pesquisas e melhorias na tecnologia pós-colheita, melhorar empresas de produtos e mercados de produtos, qualidade de equipamentos e poluição ambiental (YUSUF; GINTINGA, 2014). No estudo de

Erthal, Zanberlan e Salazeal (2018) apresentou que a ampliação da utilização desta cultura como fonte energética está limitada pois as áreas que poderiam ser destinadas estão sendo usadas com outras culturas.

A alteração deste cenário só será possível com políticas públicas para a inovação tecnológica deste setor e um incentivo econômico para a produção de etanol a base de batata-doce, pois senão, a produção a partir de cana-de-açúcar continuará mais atraente (RODRIGUES et al., 2011). Pois a produção necessita de investimentos públicos em pesquisa para o setor (SOARES; JUNIOR, 2021).

As limitações estão bastante concentradas na deficiência de pesquisas para o setor e na ausência de incentivos da iniciativa público e privado para impulsionar a produção. Assim, como já existe uma cadeia produtiva estruturada que gera o mesmo produto final como é o caso do etanol a base da cana-de-açúcar, os esforços para a expansão de outra cadeia de produção, como o etanol a base da batata-doce acaba por não receber os mesmos incentivos.

4.3 TENDÊNCIAS E/OU PERSPECTIVAS DA PRODUÇÃO DE ETANOL A BASE DE BATATA-DOCE

Em relação as tendências e perspectivas na produção de etanol a base da batata-doce, observou-se que tende a se agravar o conflito do destino da produção de batata-doce entre alimentação ou bioenergia, o crescimento da importância da pesquisa e das políticas públicas para o setor e a possibilidade de abertura de novos mercados são algumas das tendências para este modelo de produção (Quadro 4).

Quadro 4 — Tendências e/ou perspectivas da produção de etanol a base de batata-doce

Tendências e/ou perspectivas	Especificações das tendências e/ou perspectivas
Conflito alimento/bioenergia	Conflito na finalidade da produção se será para alimentação ou bioenergia
Investimento em pesquisa	Será fundamental para a expansão investimento em pesquisa
Novos mercados	Tendência de aumento da exportação para outros países, novos mercados, como a aviação e utilização por carros elétricos.
Políticas públicas	Tendem a proteger a produção nacional, e limitar a importação

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Para Yusuf e Gintiga (2014) a batata-doce não necessariamente é usada como alimento humano e para a ração animal, mas que ela também pode ser usada na produção bioetanol. Cita que já há muitas culturas que são cultivadas para outros fins que não seja alimentação humana, mas que é necessário haver uma política que estabeleça a prioridade de cultivo em cada área, a fim de minimizar o conflito entre produção para a alimentação e a produção de bioenergia. Destaca-se que caso as técnicas de cultivo e processamento sofrerem um avanço tecnológico, esta cultura poderá ser mais atrativa que o milho, na produção de etanol. Para isso, existe uma necessidade de aprimoramento na pesquisa em diversas frentes do processo, além de incentivos das políticas públicas para viabilizar a produção.

Quando questionado ao entrevistado sobre as tendências e perspectivas da produção do etanol a base de batata-doce, percebe-se que seja considerada uma alternativa de fonte de renda para os agricultores e ampliação de estudos sobre a temática.

A batata-doce se mostra uma importante fonte alternativa para a produção de etanol para o Estado do Rio Grande do Sul e é relevante destacar seu papel enquanto nova fonte de renda para o produtor rural, principalmente se considerarmos os pequenos produtores, agricultura familiar e pequenas cooperativas. Os estudos tem sido ampliados de maneira significativa, tanto a nível de cultivo quanto de processamento. Muitas pesquisas selecionam as variedades de batata-doce direcionadas à produção de álcool bem como as que melhor se adaptam às distintas regiões produtoras considerando suas particularidades de solo, clima e afins. Cabe destacar que o sub-produto gerado na produção de etanol a partir de amiláceas (ex: batata-doce) possui alto valor agregado. O DDG Dry Distillers Grain (Grãos Secos de Destilaria) e o WDG – Wet Distillers Grain (Grãos Úmidos de Destilaria) podem ser comercializados para alimentação animal, uma vez que possuem alta concentração de proteína (ENTREVISTADO, 2022).

Nos estudos de Silva et.al. (2013) a exportação de etanol para o EUA é vista como uma grande oportunidade para o Brasil, pois os EUA possuem o maior plano de consumo de etanol do mundo, mas ao mesmo tempo podem surgir algumas barreiras, como a tarifação do etanol, ou a forma de cálculo da emissão de CO₂, proveniente da queima do etanol. Outro mercado atrativo poderá ser a Europa, pois eles pretendem utilizar 10% da composição dos combustíveis com combustíveis renováveis. O terceiro possível mercado pode ser o asiático, onde se destaca a China que já possui uma política de adicionar de 5 a 10% de etanol no combustível, apesar desta terceira alternativa ainda ser a menos consolidada e mais distante de uma aproximação. Além disso, o mercado internacional no geral não deve ter uma expansão repentina, pois necessitará de políticas

públicas locais de incentivo e também uma visão mais clara a longo prazo para o setor, que assim viabilizará maiores investimentos na produção.

Nos estudos de Soares e Junior (2021) apresenta que o Brasil tende a ampliar a produção o que possibilitará ampliar o mercado doméstico e exportador do etanol. Com isso, o Brasil precisa buscar uma regulamentação que possibilite estabelecer um padrão de produto e torná-lo uma commodity. Além disso, precisa fortalecer relações comerciais para possibilitar aumentar a demanda pelo etanol.

No Rio Grande do Sul, no município de Passo Fundo a empresa BSBIOS, veio a assinar no dia 20 de junho de 2022, a intenção para a construção de uma usina de grande escala para a produção de etanol, esta planta possuirá a capacidade de produção de 220 milhões de litros de etanol ano, e demandará 1,5 mil toneladas de cereais por dia, o que possibilitará atender 23% da demanda do estado (CORREIO DO POVO, 2022).

Para Zonin (2021), o mercado é tão grande que hoje apenas para atender a demanda do Rio Grande do Sul, que é de 1,5 bilhões de litro/ano, onde 99% do etanol está vindo de fora do estado, e para atender esta demanda seria necessário de 11 a 12 biorefinarias com a capacidade da de Viadutos, esta possuirá potencial aproximado de 125 milhões de litros ano. Se com a oferta for possível baratear o etanol na bomba, será necessário mais 10 ou 12 biorefinarias deste tamanho. Também há a demanda de exportação que poderia absorver mais a produção de 10 a 12 usinas no estado. Além disso a demanda da aviação que busca utilizar a bioquerosene na avião, pois ela polui 40 vezes menos que os combustíveis fósseis, e para atender esta demanda dentro do estado também seria necessária de 10 a 12 biorefinarias.

Outra novidade são os carros elétricos sem bateria, onde as montadoras estão abolindo as baterias nos carros elétricos, pois elas possuem um alto custo ambiental para serem produzidas, alto custo para o consumidor, e durabilidade é baixa, a perda de tempo para o abastecimento é elevada, onde se 10% dos carros em circulação adotassem os carros elétricos, certamente haveria um blecaute no setor elétrico, pois sem eles já há falta de energia (ZONIN, 2021).

A UNICAMP e USP, possuem estudos para manter o carro elétrico, porém com etanol e água no tanque que vão proporcionar descargas elétricas que possibilitarão a locomoção dos veículos. Assim possuímos um mercado excepcional para o etanol, possibilitando a cultura de todas as áreas ociosas no inverno, possibilitando a implantação de 50 a 70 bio refinarias, pois o

mercado é promissor, onde entre 5 a 10 anos poderemos ter uma cadeia significativa no estado do Rio Grande do Sul (ZONIN, 2021).

Observa-se a perspectiva da ampliação do mercado interno e externo para a produção de etanol a base da batata-doce com o surgimento de novas plantas para a produção. Além disso, estão sendo desenvolvidas políticas públicas direcionadas ao setor para impulsionar seu desenvolvimento, sendo um fator que potencializa a cadeia produtiva ao seu crescimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta central do estudo foi propiciar uma discussão e análise sobre as perspectivas sobre as tendências e desafios da produção do etanol a base de batata-doce como fonte de combustível. Percebe-se o potencial que o cultivo da batata-doce possui frente a outras fontes de matéria-prima, principalmente pela baixa necessidade de fertilidade dos solos, pelo curto ciclo produtivo e alta produção por área.

A ampliação das políticas públicas direcionadas a este setor é outro item a ser observado, pois os programas Proálcool, o incentivo aos carros flex e o tratado de Kyoto são fatores que estimulam o seu crescimento. Apesar disso, a ampliação efetiva do setor enfrenta gargalos principalmente pela ausência de políticas públicas.

Os resultados do estudo indicam que os principais benefícios percebidos na produção de etanol a base de batata-doce estão nos ganhos quando ao seu ciclo de produção da matéria prima que é de 4 a 6 meses, podendo ser cultivada em pequenas áreas, sendo indicado para agricultores familiares, uma cultura que causa baixo impacto ambiental, os resíduos da produção podem ser aproveitados e menor investimento quando comparado a outras destinada a produção de etanol.

As barreiras ou limitações na expansão da produção de etanol a base de batata-doce, encontra-se na necessidade de ampliação dos investimentos em todas as etapas do processo de produção, mas principalmente em pesquisas e projetos. As políticas públicas direcionadas ao setor também precisam ser ampliadas, pois quando existem, quase sempre são direcionadas para a cultura da cana-de-açúcar. Além disso, a necessidade de padronização do produto para transformá-lo em uma commodity.

Nas tendências da produção de etanol a base de batata-doce, percebe-se a expansão no debate sobre a utilização das áreas cultiváveis para a produção de alimentos ou para a produção de combustíveis. Assim, possibilitará a aberturas de novos mercados, principalmente se for possível padronizar a produção. Também a tendência dos países da inclusão de barreiras tarifárias para proteger a produção interna, algo que limita a exportação.

As limitações do estudo estão na carência de materiais sobre o etanol a base da batata-doce, parte dos materiais estão direcionados a cultura da cana-de-açúcar. Outra limitação foi na ausência de profissionais que possuem domínio sobre o assunto, o que dificultou o número de entrevistados, apesar das tentativas em ampliar a quantidade de entrevistados, não foi obtido êxito neste sentido.

A entrevista e os vídeos de entrevistas ajudaram a melhor compreender sobre o tema, sendo a compreensão sobre o tema de ambos muito próxima, apesar de nas entrevistas e nos vídeos de entrevistados ser possível identificar novas tendências possíveis para a cadeia produtiva. Os resultados encontrados foram o suficiente para gerar um entendimento mais amplo sobre benefícios, limitações e tendências do setor.

Para estudo futuros sugere-se estudos que contemplem sobre a viabilidade econômica da cadeia produtiva da bata-doce, sendo que, nas buscas foram encontrados somente estudos realizados a níveis experimentais ou mais antigos. Sugere-se estudos de caso em projetos existentes de produção de etanol a base de batata-doce. Por fim, estudos que mostrem o mercado externo do etanol e suas tendências de expansão.

REFERÊNCIAS

ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL. **Batata-doce e batata inglesa**, 2020. Disponível em: < <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/batata-doce-e-batata-inglesa>> acesso em: 22 de setembro de 2022.

BERNARDI, Wania Kauana et al. **Viabilidade econômica e financeira da produção de etanol de batata-doce em microdistilarias**. UEPG, Ponta Grossa, 2020.

BORGES, Tatykelly Alves. **Avaliação do rendimento de etanol de batata-doce produzida com diferentes fontes e doses de potássio**. 2019.

BRASIL, LEI Nº 14.292, 3 de janeiro de 2022, DOU de 4/1/2022. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14292.htm > acessado em: 12 de junho de 2022.

CANAL RURAL. **Usina no Rio Grande do Sul produzirá etanol a partir de batata-doce**. 2020. Disponível em < [Usina no Rio Grande do Sul produzirá etanol a partir de batata-doce \(canalrural.com.br\)](http://canalrural.com.br) > acessado em: 06 de Abril de 2022.

CASTRO, Luis Antônio Suita et al. **Acessos de batata-doce do banco ativo de germoplasma da Embrapa Clima Temperado, com potencial de produção de biocombustível**. Embrapa Clima Temperado-Documents (INFOTECA-E), 2008. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/747544/1/documento258.pdf> > acesso em: 22 de Setembro de 2021.

CASTRO, Luis Antônio Suita. **Batata-doce é alternativa para a produção de Etanol no RS**, TERRA SUL, 19 de abril de 2016. Disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=RDXIIIFD-H4s> > Acesso em: 12 de junho de 2022.

CASTRO, Luis Antônio Suita, et al. **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.

CHIELLE, Zeferino. **Batata-doce: alternativa para a produção de etanol no Rio Grande do Sul**. TV EMBRAPA, 11 de abril de 2016. Disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=o6HkwwGIp-U> > Acessado em: 12 de junho de 2022.

CORREIO DO POVO, **Primeira usina de etanol em grande escala no Rio Grande do Sul vai suprir 23% da demanda gaúcha**. 2022. Disponível em < <https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/rural/primeira-usina-de-etanol-em-grande->

escala-no-rio-grande-do-sul-vai-suprir-23-da-demanda-ga%C3%BAcha-1.842533 > acessado em: 26 de junho de 2022.

CORTEZ, Luís Augusto Barbosa (Ed.). **Proálcool 40 anos: Universidades e empresas: 40 anos de ciência e tecnologia para o etanol brasileiro**. Editora Blucher, 2018.

ERTHAL, Eduardo Santos; ZAMBERLAN, João Fernando; SALAZAR, Rodrigo Fernando dos Santos. **A batata-doce (ipomoea batatas) como biomassa alternativa para produção de biocombustíveis frente aos combustíveis fósseis**. *Ciência & tecnologia*, v. 2, n. 1, p. 44-63, 2018

ERTHAL, Eduardo Santos; ZAMBERLAN, João Fernando; SALAZAR, Rodrigo Fernando dos Santos. **A batata-doce (ipomoea batatas) como biomassa alternativa para produção de biocombustíveis frente aos combustíveis fósseis**. *Ciência & tecnologia*, v. 2, n. 1, p. 44-63, 2018.

FEPAGRO. **Pesquisa aponta que etanol pode ser produzido a partir de batata-doce**. Disponível em: <
http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/20150813112015pesquisa_aponta_que_etanol_pode_ser_produzido_a_partir_de_batata_doce___universo_agro.pdf> Acesso em: 21 de abril de 2022.

FRANCO, Antonio Carlos; FRANCO, Luciane Silva. **Tecnologias sustentáveis utilizadas na produção de etanol de batata-doce: estudo comparativo entre Brasil e China**. *Ciencias Sociales*, 2021, 1.8.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

GÜLDEN, Jhonatan Steffen. **Roadmap tecnológico: etanol de batata-doce**. UFRGS. Porto Alegre, 2019.

MAGALHÃES, Keile Aparecida Beraldo. **Análise da sustentabilidade da cadeia produtiva de etanol de batata-doce no município de Palmas-TO**. UFT, Palmas, 2007.

MAPA **Produção Brasileira de Etanol, 2022** Disponível em: <
https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos-producao/004PRODUOBRASILEIRADEETANOL_11052022.pdf> Acessado em: 08 de Junho de 2022.

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

MILANEZ, A. Y., et al. **A produção de etanol pela integração do milho-safrinha às usinas de cana-de-açúcar: avaliação ambiental, econômica e sugestões de política**. 2014.

ODERICH, Edmundo Hoppe. **Desempenho e potencial agroeconômico da produção de etanol em microdestilarias em pequenas propriedades na região noroeste do Rio Grande do Sul**. UFRGS, PORTO ALEGRE, 2013.

RIO GRANDE DO SUL, Lei N° 15.641, **Institui a Política Estadual de Estímulo à Produção de Etanol e cria o Programa Estadual de Desenvolvimento da Cadeia Produtiva do Etanol – PRÓ-ETANOL/RS**, de 31 de maio de 2021, publicado no DOE nº 111, 1 de junho de 2021. Disponível em: <
https://ww3.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.asp?Hid_Tipo=TEXTO&Hid_TodasNormas=71744&hTexto=&Hid_IDNorma=71744> Acessado em: 12 de Junho de 2022.

RISSO, R dos S, **Etanol de batata-doce: Otimização do pré-processamento da matéria-prima e da hidrólise enzimática**. Porto Alegre, 2014.

RODRIGUES, Waldecy et al. **Análise Econômica da Sustentabilidade da Cadeia Produtiva de Etanol de Batata-Doce no Estado do Tocantins**. Informe Gepec, v. 15, n. 2, p. 134-149, 2011.

SILVA, Antonio Thiago Benedete et al. **Cenários prospectivos para o comércio internacional de etanol em 2020**. Revista de Administração, v. 48, n. 4, p. 727-738, 2013.

SILVEIRA, M. A. da. **A cultura da Batata-doce como fonte de matéria prima para etanol. Boletim Técnico – UFT**. Palmas, 2008a. Disponível em: <
<http://antigo.sudam.gov.br/conteudo/destaques/arquivos/Etanol/BOLETIM-TECNICO-UFT.pdf>> Acesso em: 04 abril. 2022

SILVEIRA, M. A. da. **Batata-doce: Bioenergia na agricultura familiar**. UFT, 2007.

SOARES, André Augusto; JUNIOR, Joel Carlos Zukowski. **O Brasil como grande player no mercado mundial de etanol**. Revista de Política Agrícola, v. 30, n. 3, p. 57-71, 2021.

TABORDA, Loana Wollmann et al. **Avaliação da viabilidade técnica e econômica da produção de etanol em planta piloto a partir da batata-doce (Ipomoea batatas)**. UFSM, SANTA MARIA, 2014.

YUSUF, Muhammad; GINTINGA, Erliana, **As perspectivas e desafios da bata-doce como fonte de bioetanol na Indonésia**. Energy Procedia, p. 173-179, 2014.

ZONIN, Valdir. **Programa Pró-Etanol**. AGRO RS EM FOCO, 30 de agosto 2021. Disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=1Vis3TBz-IQ> >. Acesso em: 12 de junho de 2022.

ANEXO

QUESTIONÁRIO

Nome completo:

Instituição:

Trabalho desenvolvido:

Início da atividade:

1 – Quais são os benefícios percebidos na produção de etanol a base de batata-doce?

2 – Quais são as barreiras e/ou limitações da produção de etanol a base batata-doce?

3 – Como está o Brasil em relação ao mundo no que se refere a tecnologia, incentivos financeiros e de pesquisa na produção de etanol?

4- Como está a produção de etanol a base da batata-doce no Rio Grande do Sul?

5 – Quais as perspectivas da produção de etanol a base de batata-doce?