

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
ENGENHARIA QUÍMICA**

LUCAS DE SOUZA ZWIRTES

**INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO DO SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE
COGUMELOS DO TIPO *PLEUROTUS OSTREATUS***

**Bagé
2021**

LUCAS DE SOUZA ZWIRTES

**INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO DO SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE
COGUMELOS DO TIPO *PLEUROTUS OSTREATUS***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Gabriela Silveira da Rosa

Coorientadora: Prof^a. Dr^a Caroline Costa Moraes

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

Z98i Zwirtes, Lucas de Souza

Influência da composição do substrato na produção de cogumelos do tipo *Pleurotus Ostreatus* / Lucas de Souza Zwirtes.

55 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)- Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA QUÍMICA, 2021.

"Orientação: Gabriela Silveira da Rosa; Coorientação: Caroline Costa Moraes".

1. Cogumelos. 2. Resíduos. 3. Palha de trigo. 4. Bagaço de cana-de-açúcar.

LUCAS DE SOUZA ZWIRTES

INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO DO SUBTRATO NA PRODUÇÃO DE COGUMELOS DO TIPO PLEUROTUS OSTREATUS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Química.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 08 de outubro de 2021.
Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Gabriela Silveira da Rosa
Orientador
UNIPAMPA

Prof^a. Dr^a. Caroline Costa Moraes
Coorientador
UNIPAMPA

Prof^a. Dr^a. Ana Paula Manera Ziotti
UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **CAROLINE COSTA MORAES, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/10/2021, às 10:56, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **GABRIELA SILVEIRA DA ROSA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/10/2021, às 15:27, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **ANA PAULA MANERA ZIOTTI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/10/2021, às 15:32, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0621889** e o código CRC **FD7DF329**.

Dedico este trabalho principalmente a meus pais e a Frida.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pampa, pela estrutura proporcionada para a minha formação profissional.

Aos meus pais, por acreditarem em mim e me darem suporte para chegar até aqui.

Ao meu dindo Joel por me incentivar desde sempre a persistir nos estudos.

As minhas orientadoras, Prof^a. Dr^a. Gabriela Silveira da Rosa e Prof^a. Dr^a. Caroline Costa Moraes, pela confiança, paciência e ensinamentos compartilhados. Aos professores do curso de Engenharia Química da Unipampa, pelos sábios ensinamentos.

A Sarajane e ao Fernando da Fungi Nativo por todo o auxílio e apoio para com este trabalho. Aos meus amigos que estavam comigo sempre que precisei e me deram suporte para chegar até aqui, em especial Elis Regina, que me deu apoio nos momentos difíceis.

“Acredite em milagres, mas não dependa deles.”

Immanuel Kant

RESUMO

Os cogumelos são utilizados como alimento há muito tempo no oriente. Seu consumo tem aumentado no decorrer das últimas décadas também na cultura alimentar ocidental. Os cogumelos são organismos heterótrofos e para o desenvolvimento e frutificação precisam de um substrato enriquecido com as necessidades adequadas de cada espécie. De modo a considerar um cultivo biotecnologicamente viável, os substratos podem ser formulados por meio do aproveitamento de resíduos provenientes de indústrias agrícolas, que comumente geram uma elevada variedade de materiais lignocelulósicos. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar a viabilidade do uso de palha de trigo e bagaço de cana-de-açúcar como substratos para o desenvolvimento e frutificação do cultivo do cogumelo *Pleurotus ostreatus*, linhagem *shimeji-branco*. O trabalho foi desenvolvido através de parceria com a empresa Fungi Nativo Cogumelos, situada em Bom Retiro do Sul. Para execução do estudo foram empregadas diferentes proporções dos resíduos na composição do substrato. Ainda, foi avaliado o efeito do uso de farelo de trigo como fonte de nitrogênio na composição do substrato. Como respostas foram avaliados o rendimento em massa, eficiência biológica e produtividade do cultivo. Os dados experimentais foram analisados por meio do *software Statistica*, propondo através de análise de variância modelos matemáticos para rendimento e eficiência biológica. Os resultados indicam que um melhor rendimento foi obtido quando utilizado um substrato com menos bagaço de cana e mais farelo em sua constituição. Quanto a produtividade, os cultivos apresentaram uma conversão média de 15% de massa de substrato para corpos de frutificação em um período de 64 dias.

Palavras-chave: Cogumelos. Resíduos. Palha de trigo. Bagaço de cana-de-açúcar.

ABSTRACT

Mushrooms have been used as food for a long time in the Orient. Its consumption has increased over the last few decades in Western food culture as well. Mushrooms are heterotrophic organisms and for development and fruiting they need a substrate enriched with the appropriate needs of each species. In order to consider a biotechnologically viable crop, substrates can be formulated by using residues from agricultural industries, which commonly generate a wide variety of lignocellulosic materials. Thus, the present work aimed to study the feasibility of using wheat straw and sugarcane bagasse as substrates for the development and fruiting of the mushroom *Pleurotus ostreatus*, shimeji-white lineage. The work was developed through a partnership with the company Fungi Nativo Cogumelos, located in Bom Retiro do Sul. To carry out the study, different proportions of waste were used in the composition of the substrate. Also, the effect of using wheat bran as a nitrogen source on the substrate composition was evaluated. As answers, mass yield, biological efficiency and crop productivity were evaluated. The experimental data were analyzed using the Statistica software, proposing through analysis of variance mathematical models for yield and biological efficiency. The results indicate that a better yield was obtained when using a substrate with less sugarcane bagasse and more bran in its constitution. As for productivity, the crops showed an average conversion of 15% of substrate mass to fruiting bodies in a period of 64 days.

Keywords: Mushrooms. Waste. Wheat straw. Sugarcane bagasse.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Maiores produtores mundiais de cogumelos, no período de 2016-2017..	20
Figura 2 – Shimeji-preto no ponto de colheita A e no ponto de esporulação B.....	22
Figura 3 – Substrato colonizado por Pleurotus com e sem contaminação.....	23
Figura 4 – Fluxograma do processo produtivo aplicado da empresa	29
Figura 5 – Embalagens contendo substrato.....	31
Figura 6 – Amostras acondicionadas em prateleiras.....	32
Figura 7 – Desenvolvimento micelial.....	37
Figura 8 – Diagrama de Pareto para o Rendimento.....	40
Figura 9 – Curvas de nível para o Rendimento	41
Figura 10 – Superfície de Resposta para o Rendimento.....	42
Figura 11 – Diagrama de Pareto dos planejamentos experimentais para EB	43
Figura 12 – Desenvolvimento dos corpos de frutificação	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resíduos utilizados como substratos para diferentes culturas de cogumelos.....	26
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados da análise química dos resíduos agrícolas em percentual ...	28
Tabela 2 – Valores reais e codificados das variáveis	34
Tabela 3 – Proposta de matriz experimental	34
Tabela 4 – Umidade para os insumos e corpo de frutificação	36
Tabela 5 – Resultados para o planejamento experimental	38
Tabela 6 – ANOVA para Rendimento	40
Tabela 7 – ANOVA para EB apenas com parâmetros significativos	43
Tabela 8 – Produtividade do cultivo	44

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA – Análise de Variância

FAO – *Food and Agriculture Organization*

FES – Fermentação em Estado Sólido

R – Rendimento

EB – Eficiência Biológica

Pr – Produtividade

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	17
2.	OBJETIVOS	19
2.1.	Objetivo Geral	19
2.2.	Objetivos Específicos.....	19
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1.	Cogumelos	20
3.1.1.	<i>Pleurotus Ostreatus</i>	21
3.2.	Aspectos do Cultivo	23
3.3.	Reutilização de Resíduos.....	25
3.4.	Fatores Influentes no Desenvolvimento	27
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
4.1	Inoculação e Incubação para Desenvolvimento Micelial	30
4.2.	Frutificação e Cultivo	32
4.3.	Rendimento	33
4.4.	Eficiência Biológica	33
4.5.	Produtividade	33
4.6.	Planejamento Experimental	33
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5.1	Determinação de Umidade dos Insumos.....	36
5.2	Desenvolvimento Micelial	36
5.3	Resultados do Planejamento Experimental.....	38
5.4	Rendimento	39
5.5	Eficiência Biológica	42
5.6	Produtividade	44
6.	CONCLUSÃO.....	46
7.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	47
	REFERÊNCIAS	48

1. INTRODUÇÃO

Os cogumelos são consumidos por povos de diversas culturas, tanto por suas características gastronômicas, quanto medicinais. No entanto, seu emprego como alimento funcional é mais notado nas culturas orientais, nas quais o uso de cogumelos na manutenção da saúde teve início há milhares de anos com os chineses, como retrata Chang (1996). Em razão à falta de conhecimento, de tradição e o elevado valor de mercado, o consumo de cogumelos pelos brasileiros ainda é pequeno (CHIAVEGATTI *et al*, 2018; LARGETEAU *et al.*, 2011). Apesar da falta de dados oficiais sobre a produção de cogumelos, estima-se que cerca de 80% da produção nacional esteja concentrada na região de Moji das Cruzes - SP (SAMPAIO; QUEIROS, 2006).

As espécies pertencentes ao gênero *Pleurotus* são amplamente cultivadas no Brasil por serem espécies cosmopolitas, que ocorrem naturalmente em florestas temperadas, subtropicais e tropicais e possuem um complexo enzimático lignocelulolítico específico, com enzimas como celulases, ligninases, celobiases, lacases e hemicelulases, que possibilitam a degradação de uma grande variedade de resíduos (ALVES *et al.*, 2017). Bononi *et al.* (1995), informam que comumente o cultivo comercial de cogumelos é realizado em substrato compostado, esterilizado ou substrato natural, apenas pasteurizado. O cultivo comercial de *Pleurotus ostreatus* tem utilizado os mais diversos substratos, principalmente os resíduos gerados pela agroindústria como serragem de diversas árvores, fibras como de coco, cascas, grãos, folhas, cachos de frutos, palha, bagaço de cana, frutos, borra de café, vários tipos de madeira (YANG; GUO; WAN, 2013; REZANIA *et al.*, 2017).

A atividade agrícola proporciona grande geração de resíduos lignocelulósicos. No Brasil predominam a cana-de-açúcar, soja e milho (MAGALHÃES *et al.*, 2019). Estes resíduos são passíveis de aproveitamento como substratos lignocelulósicos para cultivo de cogumelos em um processo de baixo custo e, que acaba por contribuir para a preservação ambiental, visto que os cogumelos são degradadores biológicos naturais. Neste processo, a fermentação ocorre na ausência ou quase ausência de água livre e o organismo converte a biomassa em nutrientes assimiláveis, por ação de enzimas hidrolíticas extracelulares (GAO *et al.*, 2020; HAN *et al.*, 2020).

Assim, além de possuir uma alta importância do ponto de vista nutricional, também possui sua importância ecológica, agindo como agente na biodegradação de

resíduos agroindustriais como bagaço de cana-de-açúcar (SILVA et al., 2017), proporcionando o reaproveitamento de matéria orgânica com altos teores de lignina e celulose. Pela elevada variedade de substratos que podem ser utilizados, o cultivo de cogumelos oferece a possibilidade de complementação de renda para pequenos agricultores, de maneira sustentável, o que torna esta atividade cada vez mais importante (MARTINS et al., 2018).

O desenvolvimento desse trabalho foi realizado em parte na empresa Fungi Nativo Cogumelos, situada em Bom Retiro do Sul. O cultivo foco da empresa são os cogumelos do gênero *Pleurotus* nas linhagens *ostreatus* (dos tipos cinza, branco, salmão) e *Sajor-Caju*, com produtividade mensal de cerca de 510 kg, que utiliza palha de trigo, bagaço de cana-de-açúcar e farelo de trigo. Neste contexto, a utilização de bagaço de cana-de-açúcar e palha de trigo como matéria prima na formulação de substratos para a cultura de cogumelos pertencentes ao gênero *Pleurotus* representa a possibilidade de reaproveitamento de resíduos, como alternativa para agregar valor aos mesmos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo desse estudo foi avaliar o impacto do emprego de diferentes resíduos agroindustriais de origem lignocelulósica na composição de substratos para o cultivo de cogumelos do tipo *Pleurotus ostreatus*.

2.2. Objetivos Específicos

- Elaborar substratos compostos pelos resíduos lignocelulósicos: palha de trigo, bagaço de cana-de-açúcar e farelo de trigo, com diferentes composições;
- Utilizar os substratos elaborados no cultivo do cogumelo *Pleurotus ostreatus*;
- Caracterizar os cultivos com relação ao rendimento, eficiência biológica e produtividade;
- Estudar o impacto do emprego de diferentes composições de substrato na produção de *Pleurotus ostreatus*.

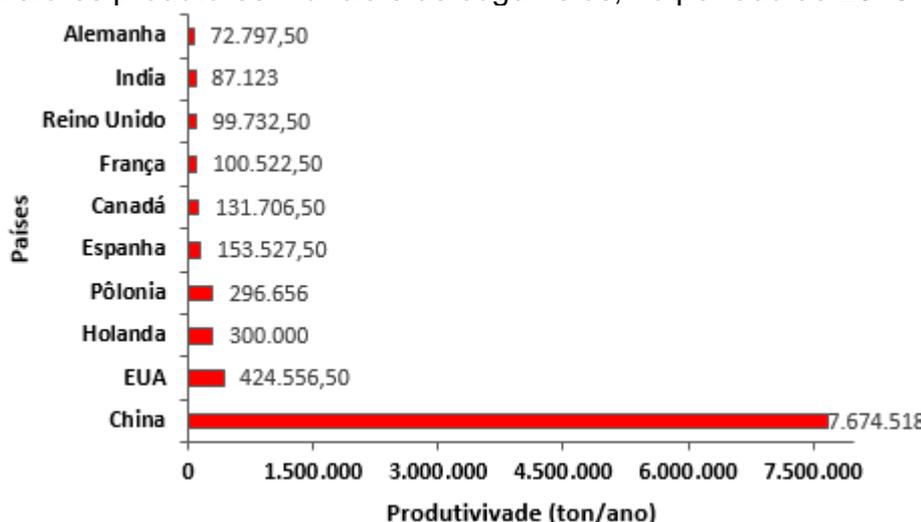
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Cogumelos

São conhecidas mais de 10 mil espécies de cogumelos, porém apenas em torno de 2 mil são consideradas comestíveis, segundo Braga *et al.* (1998). Dentre as espécies cultivadas, quatro são as mais apreciadas pela gastronomia, segundo Urban (2004), são elas: *Volvariella volvacea* largamente cultivado no oriente, principalmente na China; *Agaricus bisporus*, comumente chamada de Champignon de Paris, cultivada em substrato à base de esterco e palha; *Lentinula edodes* ou *Shiitake*, é cultivado em toras de madeira e pó de serra; e por último, *Pleurotus ostreatus*, ou cogumelo ostra, cultivado em resíduos agroindustriais, tais como, bagaço de cana, palha, resíduos cítricos, dentre outros.

De acordo com os dados fornecidos pela FAO – *Food and Agriculture Organization*, a produção de trufas e cogumelos comestíveis ultrapassa dez milhões de toneladas anualmente. A China lidera esse *ranking*, sendo responsável por mais de 80% da produção, seguida então por países norte-americanos e europeus (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2018), como mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Maiores produtores mundiais de cogumelos, no período de 2016-2017



Fonte: Adaptado de Food and Agriculture Organization (2018)

A cultura de cogumelos é a única capaz de bioconverter celulose, hemicelulose e lignina de resíduos vegetais em alimentos de alto valor nutricional de acordo com Wood e Smith (1987). É considerado um cultivo biotecnologicamente viável devido o

aproveitamento de resíduos provenientes das indústrias agrícolas, reduzindo assim o volume destes, e acelerando o processo de deterioração no processo.

Conforme Stamets (1993), *Pleurotus* é o gênero de fungo com maior potencial para oferecer espécies de cogumelos comestíveis, o terceiro tipo de cogumelo mais produzido no mundo conhecido popularmente como cogumelo ostra pertence a este gênero. Além de produzir cogumelos de alto valor gastronômico, são de cultivo rápido e fácil, devido a sua capacidade de colonizar substratos brutos como troncos de árvores, palha de cereais e outros resíduos agrícolas.

O Champignon de Paris é o mais conhecido cogumelo alimentício no Brasil, sendo comumente destinado ao estrogonofe ou o clássico risoto ao funghi. Porém, aos poucos, novas espécies estão surgindo no mercado e ganhando espaço, um exemplo é o Shimeji, graças principalmente aos imigrantes orientais (AMAZONAS; SIQUEIRA, 2003).

Os principais cogumelos produzidos no Brasil são, segundo Sacomani e Tonin (2016): Champignon de Paris (*Agaricus bisporus*) com 66% da produção nacional; Shimeji (*Pleurotus ostreatus*) com 16%; Shitake (*Lentinula edodes*) com 14% e o Cogumelo medicinal (*Agaricus blazei*) com apenas 4%.

3.1.1. *Pleurotus Ostreatus*

O gênero *Pleurotus* pertence ao filo *Basidiomycota*, ordem *Agaricales*, família *Pleurotaceae*, sendo um fungo com corpos de frutificação, ou basidiomas, em formato similar à orelha ou ostra, conforme Bernardi (2010). São encontradas diversas espécies pertencentes a este gênero sendo cultivadas comercialmente, as mais conhecidas são: *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus ostreatoroseus*, *Pleurotus pulmonares* e *Pleurotus sajor-caju*. Popularmente conhecido pelos nomes de “shimeji”, “hiratake” ou “cogumelo ostra”, sendo o segundo cogumelo mais produzido no mundo, atrás apenas do Champignon de Paris, conforme Sánchez (2009).

Este gênero é conhecido por causar a podridão branca da madeira, ou seja, apresenta alta presença de enzimas degradantes de lignina, celulose e hemicelulose, constituintes básicos da madeira, segundo Bernardi (2010).

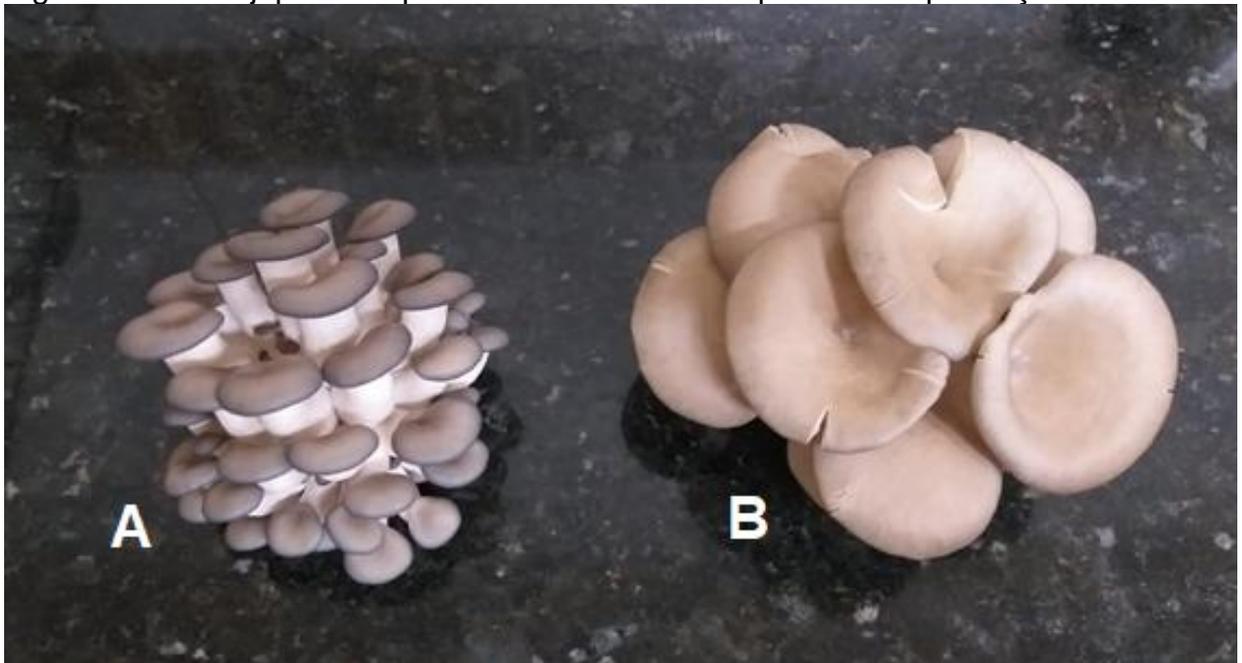
É natural de climas temperados, mas pode ocorrer em regiões de clima subtropical durante as épocas frias, sendo capaz de se adaptar a uma ampla variação térmica, possibilitando seu cultivo em regiões diversas, não necessitando de uma

infraestrutura de controle de temperatura, o que o torna atrativo para produtores rurais (CHANG; MILES, 2004).

Segundo Dias (2010), são cultivadas no Brasil preferencialmente duas cepas de *Pleurotus ostreatus*. A primeira linhagem produz cogumelos cinzentos, denominado comumente como shimeji-preto. A segunda produz cogumelos brancos conhecidos como "Hiratake", quando esses cogumelos são colhidos em um estado mais desenvolvido, ou shimeji-branco quando colhidos no estágio de primórdio. Essa espécie se caracteriza pela necessidade de um ambiente com temperaturas geralmente inferiores a 20°C para frutificação, necessitando assim que seu cultivo ocorra nas estações mais frias do ano ou em ambientes com temperatura controlada para produção contínua.

Sua produtividade é diretamente influenciada pelo conteúdo celulósico do substrato e pela relação celulose/lignina, sendo esses fatores importantes para o desenvolvimento dos basidiocarpos (THOMAS *et al.*, 1998). Na Figura 2, pode se observar o ponto de colheita ideal para o shimeji-preto.

Figura 2 – Shimeji-preto no ponto de colheita A e no ponto de esporulação B



Fonte: Autor (2021)

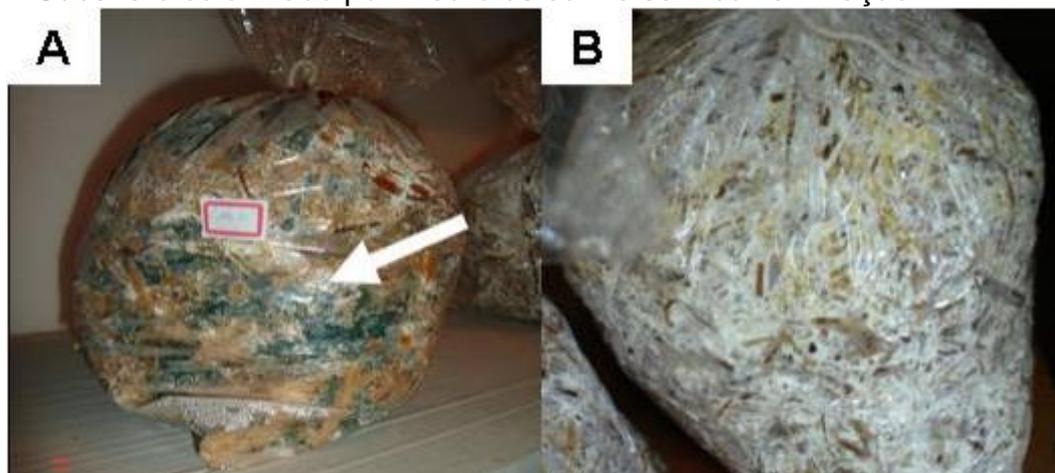
3.2. Aspectos do Cultivo

Os cogumelos se reproduzem por meio de dois processos básicos: sexuado e assexuado. No cultivo prático não são utilizados esporos, devido ao seu tamanho reduzido que faz com que sejam de difícil manipulação e por suas características genótípicas poderem divergir do seu progenitor. Além de que, os esporos precisam de um maior tempo para que ocorra a germinação. Sendo assim, a produção de micélio para o cultivo de cogumelos em laboratório é feita por meio de fragmentos do basidioma, a partir do pseudoparênquima interno do cogumelo, mantendo desta forma as mesmas características do progenitor, segundo Stamets (1993).

O cultivo é feito com o micélio pré-cultivado do cogumelo (isento de quaisquer contaminantes) ou com a semente, o qual é inoculado o micélio ou semente em um substrato esterilizado, feito isso, é deixado em incubação por um período 7 a 8 dias, sem agitar. O ambiente deve ser higienizado, arejado, com temperatura de 22 a 25°C, luz ideal de 12h/dia e umidade de 70% (SILVA; JORGE, 2011).

Bononi *et al.* (1995), explicam que a forma mais usual de se cultivar *Pleurotus* é em embalagens de polipropileno, preferencialmente transparentes, facilitando assim a visualização do desenvolvimento do micélio e eventuais contaminações como mostra a Figura 3A, na Figura 3B se observa um micélio bem desenvolvido.

Figura 3 – Substrato colonizado por *Pleurotus* com e sem contaminação



Fonte: Bernardi (2010, p. 75)

A seleção de substratos para cultivo e produção de cogumelos é um fator determinante, devendo ser escolhidos materiais adequados tanto biologicamente, contendo principalmente quantidades de carbono e nitrogênio em proporções

adequadas, como economicamente, para se ter sucesso no cultivo, conforme Tisdale, Miyasaka e Hemmes (2006).

Segundo Sharma (1995), a proporção dos componentes fibrosos presentes no substrato é um dos principais reguladores de rendimento para a produção de cogumelo, sendo a celulose, hemicelulose e lignina componentes intermediários para a formação do corpo de frutificação fúngico. O valor nutritivo dos polissacarídeos e as frações de lignina no substrato são importantes para assegurar um composto de melhor qualidade, conforme Ilyama *et al.* (1994).

O substrato não compostado, é geralmente umedecido por um período de 24 h, o que visa induzir uma pré-fermentação promovida pela ação de micro-organismos, que posteriormente serão inibidos por meio de pasteurização (BERNARDI, 2010).

Silva *et al.* (2002), apresentam que dentre as diferentes técnicas de fermentação do substrato, é comumente preferível a fermentação em estado sólido (FES), visto que acaba por permitir uma maior concentração de enzimas brutas. O processo de FES proporciona melhores condições de desenvolvimento para diversos fungos filamentosos em virtude da proximidade com o *habitat* natural desses micro-organismos, segundo Hölker e Lenz (2005).

Para a fermentação semi-sólida, em geral são utilizados substratos provenientes de subprodutos ou resíduos da agroindústria, que possuem como principais constituintes celulose, hemicelulose, lignina, amido, pectina e proteínas. Em virtude dessa composição são caracterizados como materiais extremamente heterogêneos que acabam por atuar como fonte de carbono e suporte para o desenvolvimento microbiano (PANDEY, 2003).

O cultivo de cogumelos é comumente realizado em substratos naturais ou compostos. Substratos estes que necessitam de um tratamento térmico prévio, como pasteurização ou esterilização, dependendo do tipo de cultivo e material constituinte do substrato, como indica Eira e Minhoni (1997). A técnica de cultivo axênico, que utiliza substrato esterilizado é economicamente inviável em escala comercial, devido ao alto custo de equipamentos, porém, é a técnica que se obtém maiores rendimentos (FELINTO, 1999).

Bernardi (2010), menciona que são otimizadas técnicas e métodos de cultivo com o intuito de minimizar custos e promover maior viabilidade econômica na produção. Em vista disso, a pasteurização como tratamento térmico acaba sendo mais empregada, visto que apresenta baixo custo além de fácil implementação.

A pasteurização é realizada por meio de vários critérios, Valesco e Bella (2004) sugerem as seguintes condições: de 5 a 8 h a 70°C, 2 a 3 h a 75°C e 1 h a 93°C. Devido ao fato de serem volumes consideráveis de substrato, o tempo de pasteurização pode ser reduzido com o aumento proporcional da temperatura, contudo, sem alcançar a esterilização dos resíduos utilizados na composição do substrato.

3.3. Reutilização de Resíduos

De acordo com Almeida et al. (2018), a produção de cogumelos a partir de resíduos gera um produto de valor agregado, além de reduzir o impacto ambiental dos resíduos e oferecer complementação de renda para produtores.

Os resíduos agroindustriais inicialmente apresentam-se como potenciais poluidores quando descartados de maneira incorreta. O Brasil é considerado um dos maiores produtores agroindustriais, motivo que impulsiona o interesse na melhor destinação dos resíduos provenientes do processamento de insumos (ROSA *et al.*, 2011). Um volume muito grande de subprodutos agroindustriais é produzido anualmente no Brasil, a partir do processamento de uma grande variedade de culturas para a produção de alimentos, alguns restritos a determinadas regiões, enquanto outros são facilmente encontrados em todo o país segundo Chaves *et al.* (2014).

O aproveitamento de resíduos lignocelulósicos oriundos da produção agrícola, tais como: palha de trigo e de arroz, resíduos de algodão, bagaço de cana-de-açúcar, serragens, polpa e casca de frutas, folha de bananeira, polpa de café, entre outros podem ser utilizados para a produção de cogumelos comestíveis como *Pleurotus* (EIRA, 2004).

Visando o aproveitamento destes resíduos, nos últimos anos, muitos estudos foram direcionados para sua utilização como base para formulação de substratos utilizados para o cultivo de cogumelos. O Quadro 1 apresenta um resumo de algumas pesquisas que desenvolveram substratos baseados em resíduos.

Quadro 1 – Resíduos utilizados como substratos para diferentes culturas de cogumelos

Resíduo	Espécie cultivada	Referência
Aveia	<i>P. ostreatoroseus</i> <i>Agaricus bisporus</i>	BERNARD <i>et al.</i> (2007) MONTIN (2001)
Bagaço de cana-de-açúcar	<i>Lentinula edodes</i>	ROSSI <i>et al.</i> (2003)
Casca de arroz	<i>P. ostreatoroseus</i>	BERNARD <i>et al.</i> (2007)
Cevada	<i>P. florida</i> <i>Calocybe indica</i>	MONTIN (2001)
Grãos de arroz	<i>P. sajor-caju</i> <i>P. ostreatoroseus</i>	AMBALIKA e PRASHANT (2014) BERNARD <i>et al.</i> (2007)
Grãos de bico	<i>P. sajor-caju</i>	AMBALIKA e PRASHANT (2014)
Grãos de milho	<i>P. ostreatoroseus</i> <i>Agaricus bisporus</i>	BERNARD <i>et al.</i> (2007) MONTIN (2001)
Grãos de soja	<i>P. ostreatoroseus</i>	BERNARD <i>et al.</i> (2007)
Grãos de trigo	<i>Agaricus bisporus</i> <i>Ganoderma lucidum</i> <i>P. sajor-caju</i> <i>P. ostreatoroseus</i>	MATUTE <i>et al.</i> (2010) ERKEL (2009) AMBALIKA e PRASHANT (2014) BERNARD <i>et al.</i> (2007)
Serragem	<i>Lentinula edodes</i> <i>Ganoderma lucidum</i> <i>P. ostreatoroseus</i>	PHILIPPOUSSIS <i>et al.</i> (2002) ERKEL (2009) BERNARD <i>et al.</i> (2007)

Fonte: Autor (2021)

O bagaço de cana de açúcar é um tipo de matéria fibrosa sólida, gerada na saída da moenda, na etapa de extração do caldo da cana-de-açúcar, para produção de etanol. Representa de 24 a 40% da cana-de-açúcar, sua composição é constituída basicamente de carbono, hidrogênio, oxigênio e fibras. E sua composição física é pouco variável: constituído de água, fibra (celulose), alguns açúcares e impurezas proveniente da matéria-prima. Sendo que sua característica mais importante é a umidade, conforme Bonassa *et al.* (2015).

Dias *et al.* (2003), apresentam que no Brasil é utilizado comumente o bagaço de cana-de-açúcar, resíduo proveniente de diversos processos alimentícios, porém

tem-se a necessidade, muitas vezes, de se adicionar outras matérias-primas ao composto, visando um maior beneficiamento da relação C/N.

Além do bagaço a palha de trigo é um substrato recorrente para o cultivo de *Pleurotus* no continente europeu, provendo uma boa produtividade sem grande necessidade de complementos na formulação do composto. Além desta, também se utiliza palha de arroz e sabugo de milho, como resíduos agrícolas alternativos na produção deste cogumelo, considerando Bononi *et al.* (1995). Além dos diferentes tipos de matérias primas utilizados no cultivo de espécies de cogumelos pertencentes ao gênero *Pleurotus*, outros fatores físicos e ambientais também exercem grande influência no desenvolvimento da cultura.

3.4. Fatores Influentes no Desenvolvimento

Os fatores climáticos como, temperatura e umidade relativa do ar, exercem considerável influência sobre a produção das espécies de *Pleurotus*. A temperatura tem influência tanto no crescimento do micélio, como na produção de basidiocarpos, dependendo da espécie e linhagem em questão, como demonstra Maziero (1990). O gênero *Pleurotus* desenvolve-se melhor na faixa de temperatura de 20 a 30°C (BONINO *et al.*, 1985).

Rajarithnam, Bano e Steinkraus (1987), apresentam que a luz não é um fator influente na produção e crescimento do *Pleurotus*, pois ele se desenvolve bem normalmente à sombra ou sob luz difusa. Algumas espécies de *Pleurotus*, de coloração branca, adquirem tonalidades opacas ou escura quando submetidas à luz intensa, esse escurecimento dos corpos de frutificação ocorre em consequência da liberação de fenoloxidades que oxidam fenóis e formam melanoidinas.

O nitrogênio (N), dentre os vários minerais presentes no substrato, apresenta maior relevância no metabolismo do cogumelo, devido a sua conversão em proteínas, aminoácidos, purinas e pirimidinas, conforme Zanetti e Ranal (1997). Quando em excesso, o N tende a inviabilizar a degradação da lignina presente no substrato, retardando ou até inibindo o desenvolvimento do micélio. No cultivo de *Pleurotus*, teores de N na faixa de 1 a 1,5% têm sido os melhores para seu crescimento (OLIVEIRA; URBEN, 2001).

Matérias-primas provenientes de resíduos como, palhas e gramíneas, apresentam relação C/N (carbono/nitrogênio) variável, como pode se observar na

Tabela 1, porém possível de serem utilizadas como substrato para a colonização do micélio de *Pleurotus*. Os cogumelos apresentam grande sensibilidade a variações desta relação, quanto ao desenvolvimento micelial e conseqüentemente à produção de corpos de frutificação, segundo Montini (2001).

Tabela 1 – Resultados da análise química dos resíduos agrícolas em percentual

Substrato	Hemicelulose	Celulose	Lignina	C/N
Palha de arroz	35,5	32,7	4,5	44,2
Palha de feijão	16,7	40,5	9,5	46,2
Palha de trigo	37,5	34,6	4,9	60,1
Palha de sorgo	32,6	35,3	5,7	79,3

Fonte: Adaptado de Figueiró e Graciolli (2011)

Maziero (1990), demonstra que na fase inicial do desenvolvimento micelial a relação C/N deve ser elevada. Substratos com elevadas concentrações de N e conseqüentemente baixa relação C/N, como é o caso do café e alface, acabam por não proporcionar uma colonização total do meio, e assim não permitindo a produção de corpos de frutificação. Além disto, resíduos com relação C/N de 150/1 obtém-se baixa produtividade no cultivo de *Pleurotus ostreatus* (DUNDAR; ACAY; YILDIZ, 2009).

Se houver elevada concentração de N pode ocorrer a diminuição da produtividade, enquanto concentrações muito baixas desse nutriente no meio de cultura também acabam por afetar negativamente a produção de *Pleurotus*, conforme Zanetti e Ranal (1997). Para o gênero *Pleurotus*, Eira (2004), apresenta que a relação C/N ideal está compreendida na faixa de 20 a 50:1.

Flegg, Spencer e Wood (1985), reportam que os elementos minerais, são componentes básicos presentes nos substratos utilizados no cultivo de cogumelos. Dentre eles, nove elementos minerais são considerados essenciais para todos os fungos, sendo quatro deles macronutrientes (P, K, Mg e S), requeridos em concentrações próximas a 10^{-3} M e cinco micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Mo e Zn), requeridos a uma concentração de 10^{-6} M ou menos.

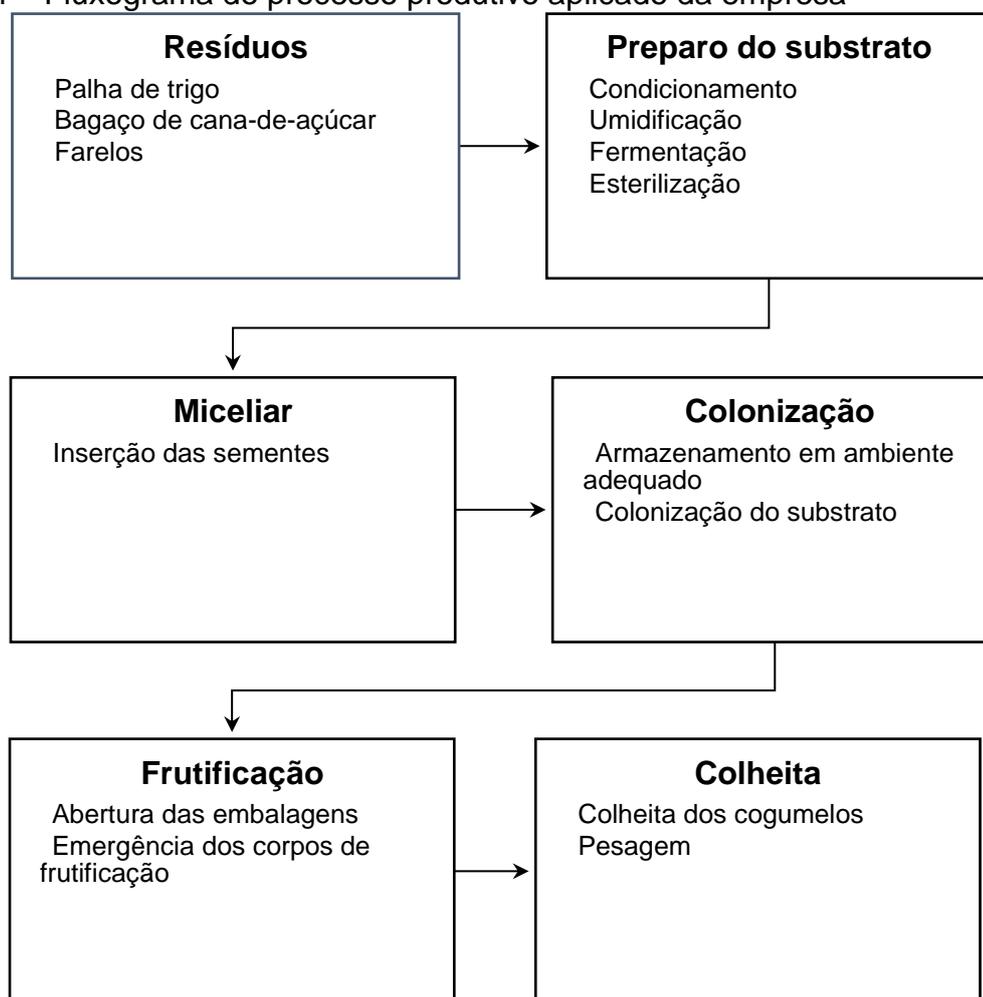
Minerais como Na, Mg e Ca acabam estimulando o crescimento micelial, provendo assim a formação dos corpos de frutificação (CHANG; QUIMIO, 1982).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A etapa experimental relativa ao cultivo dos cogumelos foi desenvolvida na planta industrial da empresa Fungi Nativo. Algumas análises foram realizadas nos laboratórios de microbiologia da *Univates*.

O processo de produção dos cogumelos realizado na empresa e aplicado nesse trabalho é composto pelas etapas apresentadas no fluxograma da Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma do processo produtivo aplicado da empresa



Fonte: Autor (2021)

Para realizar a avaliação do impacto do uso de diferentes tipos e proporções de substratos no cultivo do cogumelo tipo *Pleurotus ostreatus* foram utilizados resíduos lignocelulósicos, conforme apresentado a seguir:

- Resíduo 1 - Bagaço de cana-de-açúcar (B): resíduo oriundo do processamento da cana-de-açúcar, para a produção de álcool, obtido em uma cachaçaria em Estrela, RS.

- Resíduo 2 - Palha de trigo (P): resíduo advindo da colheita do trigo, obtido de produtores do município de Estrela, RS.

- Farelo de trigo (F): Comprado em agropecuária local.

Foi utilizado como referência a relação C/N valores fornecidos pela empresa, obtidos por meio de análises em laboratórios externos para os resíduos utilizados, mantendo assim as proporções obtidas dentro de uma faixa de 40:1 e 60:1 (EIRA; MINHONI, 1997) nos diferentes substratos.

Os insumos (resíduos lignocelulósicos) foram caracterizados com relação a umidade inicial através do método de secagem em estufa a 105 °C por 24 h. O preparo dos substratos foi realizado levando em consideração o conteúdo de umidade inicial dos insumos. Fez-se adição de água até que os substratos atingissem umidade de aproximadamente 60%, que beneficia o processo de fermentação e a quebra dos compostos celulósicos presentes, como propõem Eira e Minhoni (1997).

Após esta etapa de umidificação os substratos foram então acondicionados em embalagens de polipropileno. Posteriormente, essas foram então fechadas e seu conteúdo submetido à esterilização sob alta pressão em autoclave por 2 h a 121°C, como sugerido por Figueiró (2009).

4.1 Inoculação e Incubação para Desenvolvimento Micelial

A inoculação foi efetuada logo após a finalização do tratamento térmico e resfriamento. A inoculação foi realizada com a espécie *Pleurotus ostreatus*, na variação *Shimeji-branco*, buscando a distribuição mais uniforme possível, visando um maior número de focos de crescimento, promovendo assim uma rápida colonização do meio. Foi conduzida análise com 2 repetições para cada composição de substrato, totalizando 22 embalagens. A relação utilizada foi de 5% de sementes em relação a massa de substrato úmido, o que representa aproximadamente 60 g de semente por embalagem.

Para o fechamento das embalagens foram grampeadas as extremidades, método empregado na empresa para este cultivo, permitindo assim a troca de gases com o ambiente, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Embalagens contendo substrato



Fonte: Autor (2021)

Estas embalagens foram então acondicionadas sobre uma prateleira, de modo que cada nível contenha as amostras de iguais composições de substrato, como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Amostras acondicionadas em prateleiras



Fonte: Autor (2021)

A sala de incubação foi mantida em temperatura ambiente com pouca incidência luminosa até que o micélio concluísse a colonização da superfície das embalagens. Neste ponto, o substrato apresentou uma coloração esbranquiçada, devido a contaminação micelial. Foi observado o tempo decorrido para a total colonização em cada formulação de substrato, assim como a ocorrência de contaminantes, servindo de padrão para a avaliação. Neste período de incubação as embalagens foram mantidas fechadas, sendo abertas somente após a colonização total do substrato.

4.2. Frutificação e Cultivo

Após a completa colonização do substrato pelo micélio fúngico, foi então realizada a indução da frutificação por meio de perfuração, de ambos os lados das embalagens de polipropileno, com orifícios de aproximadamente 0,5 cm e exposição desses à luz por um período de 12 h/dia, com umidade relativa do ar em torno de 60 % e temperatura de 23 ± 2 °C até a formação completa dos corpos de frutificação.

O ponto de colheita foi identificado de forma visual, evitando passar para a etapa de esporulação.

Os corpos de frutificação foram colhidos, colocados em bandejas e pesados para determinação da massa úmida. Em seguida, foram submetidos a secagem a 40

°C por 24 h em estufa com circulação de ar forçada, e a massa de corpos de frutificação secos foi então determinada.

4.3. Rendimento

Para determinação do rendimento (R) do processo, foi utilizada a relação proposta por Chang, Lau e Cho (1981), que relaciona a massa úmida dos corpos de frutificação e a massa de substrato seco, conforme a Equação 1.

$$R(\%) = \frac{\text{Massa úmida dos corpos de frutificação}}{\text{Massa de substrato seco}} * 100 \quad (1)$$

4.4. Eficiência Biológica

A eficiência biológica (EB) do processo foi determinada pela relação proposta por Stamets (1993), entre a massa dos corpos de frutificação secos e a massa de substrato seco, conforme a Equação 2.

$$EB (\%) = \frac{\text{Massa secos dos corpos de frutificação}}{\text{Massa de substrato seco}} * 100 \quad (2)$$

4.5. Produtividade

A produtividade (Pr) do processo foi determinada segundo Holtz *et al.* (2009), como mostrado na Equação 3 e consiste na relação entre a massa dos corpos de frutificação e o tempo total de cultivo (tempo em dias desde a inoculação até a colheita).

$$Pr \left(\frac{g}{dia} \right) = \frac{\text{Massa úmida de corpos de frutificação}}{\text{Tempo total de cultivo}} \quad (3)$$

4.6. Planejamento Experimental

Para avaliar o impacto do uso de diferentes tipos e proporções de substratos no cultivo do cogumelo tipo *Pleurotus ostreatus* foi utilizada a técnica de planejamento experimental do tipo Composto Central Rotacional (DCCR), com dois fatores em 2

níveis. As respostas utilizadas no planejamento foram os parâmetros de rendimento e EB. Todos os experimentos tiveram massa seca fixa de 500 g.

Os níveis e os valores reais dos parâmetros avaliados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores reais e codificados das variáveis

Variável	Nível				
	-1,41	-1	0	1	1,41
% Bagaço	14,75	25	50	75	85,25
% Farelo	2,95	5	10	15	17,05

Fonte: Autora (2021)

A organização dos experimentos foi realizada conforme a matriz experimental proposta na Tabela 3.

Tabela 3 – Proposta de matriz experimental

Experimento	Percentual de bagaço (%)	Farelo de trigo (%)	C/N
1	25	15	44
2	25	5	55
3	75	15	42
4	75	5	55
5	50	10	48
6	50	10	48
7	50	10	48
8	85,25	10	47
9	14,75	10	49
10	50	17,05	41
11	50	2,95	59

Fonte: Autor (2021)

Foi também utilizado como substrato a palha de trigo, de forma que o somatório de percentual de bagaço e palha fosse 100 %. O farelo de trigo foi utilizado como complemento nutricional.

O Diagrama de Pareto foi utilizado para determinar o efeito e verificar as variáveis significativas para as respostas rendimento e EB. A qualidade dos modelos matemáticos gerados foi avaliada através da análise de variância (ANOVA), junto ao teste de *Fisher* de regressão com 90% de confiabilidade. A superfície de resposta foi gerada a partir dos valores preditos pelos modelos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Determinação de Umidade dos Insumos

A caracterização dos insumos com relação a umidade obtidos através de secagem em estufa é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Umidade para os insumos e corpo de frutificação

Amostra	Umidade (%)
Bagaço de cana-de-açúcar	40,44 ± 2,14
Palha de trigo	14,03 ± 1,91
Corpo de frutificação	87,18 ± 0,68

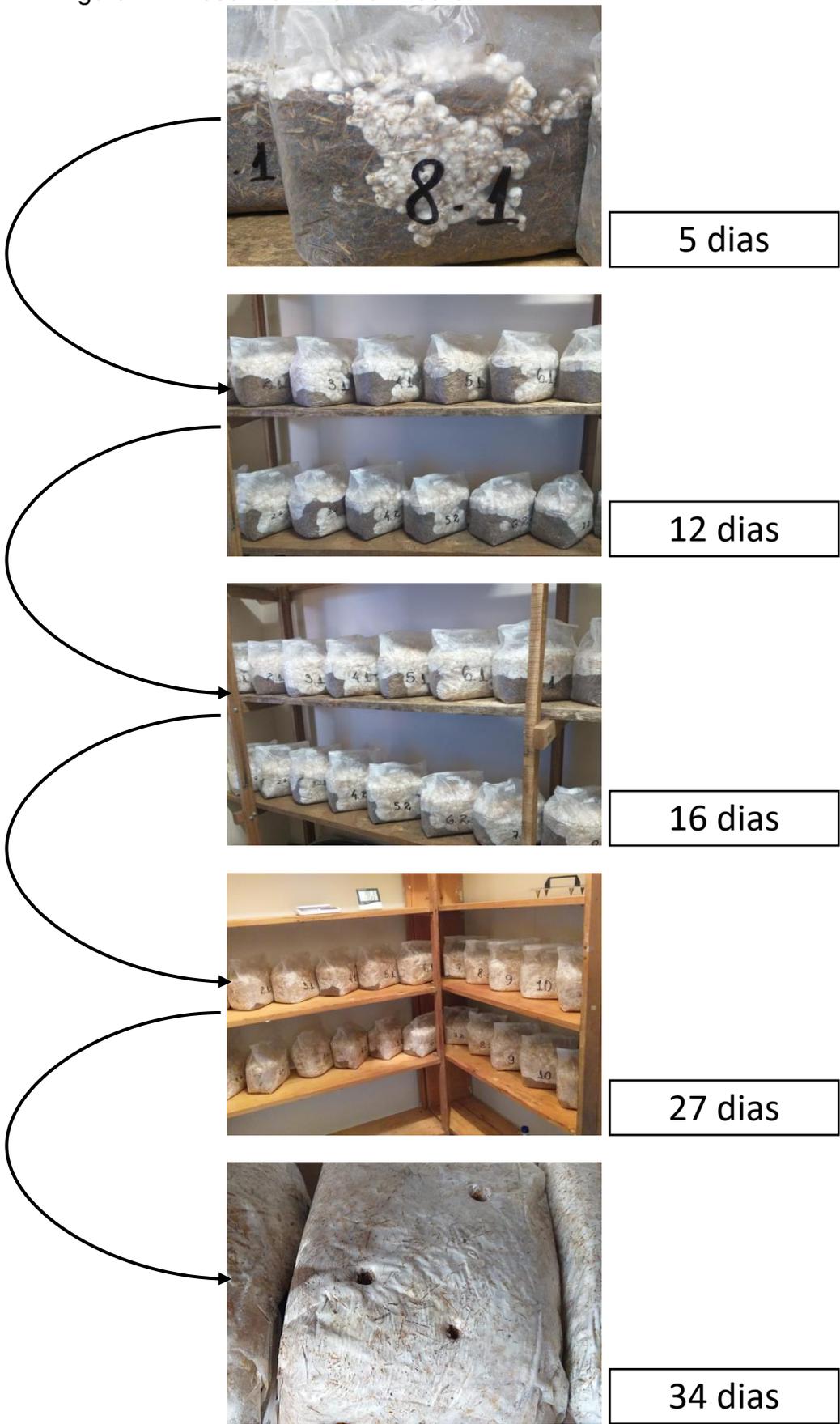
Fonte: Autor (2021)

A caracterização relativa à umidade dos insumos foi realizada para identificar a quantidade de água que seria necessário adicionar aos substratos para obter a umidade de 60 % necessária para o cultivo do cogumelo *Pleurotus ostreatus*.

5.2 Desenvolvimento Micelial

O acompanhamento do desenvolvimento micelial decorreu nas primeiras 5 semanas, como se pode ser visualizado na Figura 7.

Figura 7 – Desenvolvimento micelial



Fonte: Autor (2021)

Averiguando a Figura 7, constata-se a formação micelial e a sua evolução crescente durante 34 dias. De acordo com Moda (2003), o desenvolvimento micelial pode ser observado posteriormente a inoculação das sementes, após um período de 72 h. O autor destaca ainda que o micélio apresenta aparência similar ao algodão e coloração característica branco-amarelado. No trigésimo quarto dia, quando todas as amostras já haviam apresentado uma colonização completa, foi então realizado o processo de abertura de orifícios nas embalagens para induzir a formação dos corpos de frutificação.

5.3 Resultados do Planejamento Experimental

A matriz de experimentos e os respectivos resultados para o planejamento experimental executado estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados para o planejamento experimental

Ensaio	Bagaço (%)	Farelo (%)	Rendimento (%)	EB (%)	C/N
1	25	15	32,51	6,17	44
2	25	5	34,36	6,41	55
3	75	15	16,00	4,05	42
4	75	5	28,65	5,67	55
5	50	10	32,60	5,34	48
6	50	10	19,84	5,73	48
7	50	10	23,79	4,54	48
8	85,25	10	26,04	6,13	47
9	14,75	10	29,13	6,18	49
10	50	17,05	26,04	5,34	41
11	50	2,95	32,23	5,05	59

Fonte: Autor (2021)

Analisando a Tabela 5, é possível observar que o ensaio 2 apresentou Rendimento e Eficiência Biológica superior aos demais, a composição utilizada para o mesmo foi de 25 % de bagaço de cana-de-açúcar, 75 % de palha de trigo e 5% de farelo de trigo. O ensaio 3 apresentou o menor Rendimento e Eficiência Biológica

dentre os ensaios e a proporção empregada foi de 50 % de bagaço de cana-de-açúcar, 50 % de palha de trigo e 15 % de farelo de trigo.

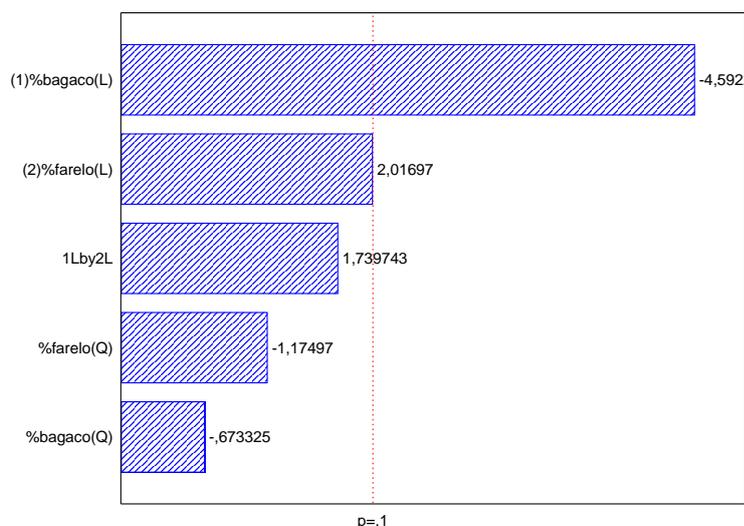
A relação Carbono e Nitrogênio para os constituintes dos substratos empregados no planejamento experimental foram expostos na Tabela 3 e influenciaram os resultados obtidos. De acordo com Eira (2004) para realizar o cultivo de *Pleurotus ostreatus* em cultura pura é indicado uma relação Carbono Nitrogênio entre 50 e 70/1, pois essa relação atenuada proporciona um elevado nível de produtividade do substrato, visto que o nitrogênio em excesso causa a deterioração da lignina e crescimento do micélio.

Existem relatos na literatura de autores que utilizaram diferentes substratos para o cultivo de *Pleurotus ostreatus*, e encontraram EB semelhantes as obtidas no presente trabalho. Marino (2008), utilizou a casca de coco suplementada com farelo de trigo ou arroz para o cultivo e constatou Eficiência Biológica de 5,9 % e Holtz (2009), que cultivou empregando em seus experimentos o resíduo de algodão proveniente de indústria têxtil, sem adição de suplemento obtendo Eficiência Biológica de 5%, o que torna viável o uso dos substratos analisados nesse estudo, devido ao fato de serem resíduos agrícolas acessíveis economicamente.

5.4 Rendimento

Para avaliar os efeitos significativos para o Rendimento nos ensaios realizados construiu-se o Diagrama de Pareto, conforme pode ser visualizado na Figura 8.

Figura 8 – Diagrama de Pareto para o Rendimento



Fonte: Autor (2021)

A partir do Diagrama de Pareto é possível inferir que as variáveis que possuem efeito significativo para o Rendimento são o percentual de bagaço e percentual de farelo, sendo o bagaço um parâmetro com efeito negativo, enquanto o farelo um efeito positivo para o rendimento.

Para investigar a influência estatística do percentual de bagaço de cana-de-açúcar e percentual de farelo de trigo no rendimento, realizou-se o teste de Análise de Variância (ANOVA) disposto na Tabela 6, empregando um ajuste linear conforme, utilizando os dados da Tabela 5.

Tabela 6 – ANOVA para Rendimento

Rendimento					
	Soma quadrática	GL	Média quadrática	F _{calculado}	F _{tabelado}
Regressão	285,3176	5	57,0638	10,5646	5,5383
Erro	48,0637	5	9,6127		
Total SS	333,3818	10			
% var. explicada	85,58				

Fonte: Autor (2021)

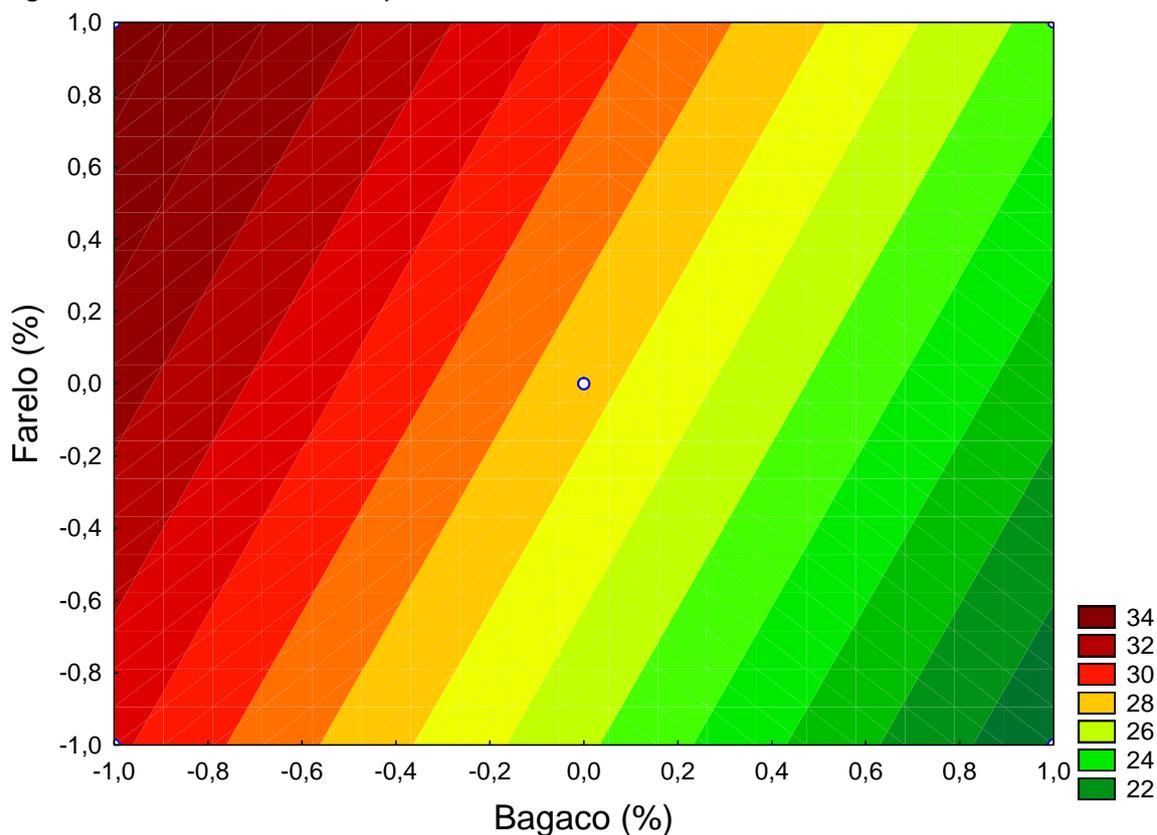
A partir dessa análise foi possível observar que o modelo apresenta coeficiente de determinação de 85,58% para o Rendimento considerando apenas os efeitos

significativos. No teste de *Fisher* de regressão, o valor calculado foi superior ao valor tabelado, o que significa que o ajuste é significativo e que o modelo obtido permite boas correspondências com os valores observados experimentalmente. Dessa forma, foi possível gerar a equação, na forma codificada, que resulta no rendimento do cultivo (Equação 4).

$$\text{Rendimento} = 27,38 - 5,03. (\%bagaço) + 2,21. (\%farelo) \quad (4)$$

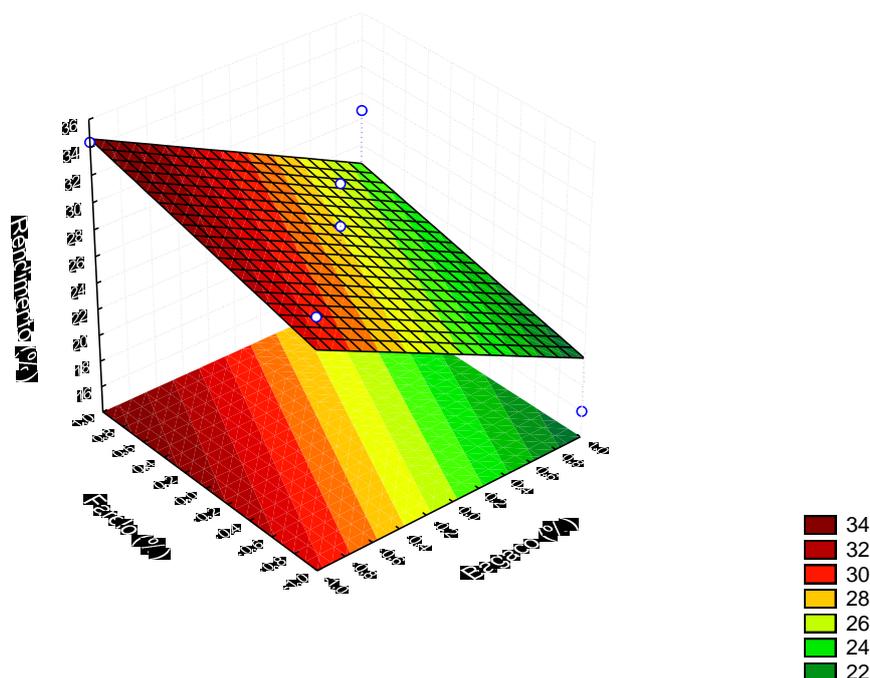
Para representar a estimativa de Rendimento produziu-se superfícies de resposta a partir dos dados gerados pelo modelo avaliado. As Figuras 9 e 10 apresentam as superfícies de resposta com os valores preditos para o Rendimento.

Figura 9 – Curvas de nível para o Rendimento



Fonte: Autor (2021)

Figura 10 – Superfície de Resposta para o Rendimento



Fonte: Autor (2021)

Analisando as superfícies de resposta para os ensaios realizados infere-se que um percentual de bagaço de cana-de-açúcar menor e percentual de farelo de trigo maior proporciona um rendimento mais elevado.

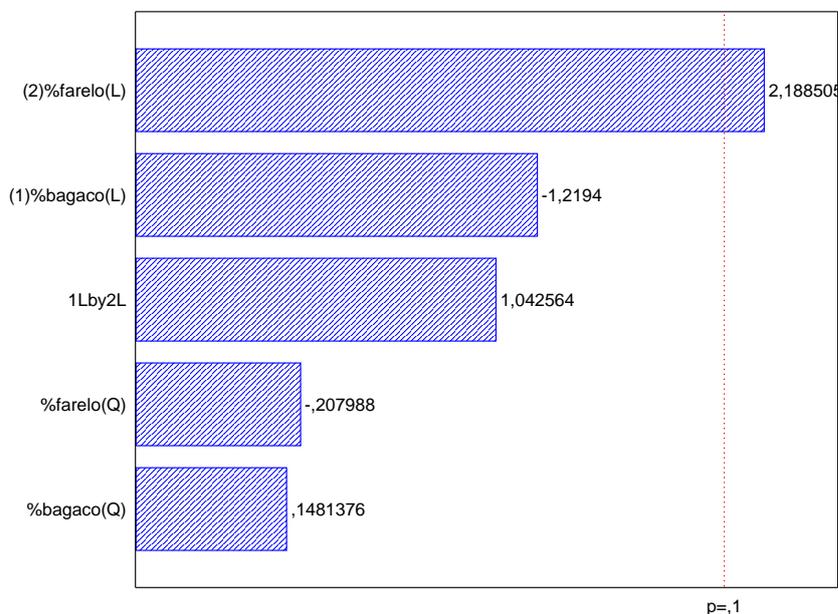
A literatura relata a ocorrência da adição de farelos à serragem empregada como substrato para o cultivo de cogumelos, esses materiais são retratados como estimulantes para o crescimento devido à existência de carboidratos, aminoácidos e minerais prontamente incorporado pelo fungo (FASIDI; KADIRI, 1993; ROYSE, 1996).

Campos *et al.* (2010) avaliaram a composição nutricional e físico química para diferentes substratos com o uso de diferentes aditivos encontrando para o farelo de trigo a composição de 16,25 % de proteínas e 52,02 % de carboidratos disponíveis, para o bagaço de cana-de-açúcar a composição de 2,86 % de proteínas e 30,86 % de carboidratos disponíveis. Logo, infere-se que a composição de proteínas e carboidratos do farelo de trigo é superior ao do bagaço de cana-de-açúcar, sendo assim, o aditivo utilizado agregou valor ao substrato proporcionando um crescimento dos corpos de frutificação do cogumelo *Pleurotus ostreatus*.

5.5 Eficiência Biológica

Para avaliar os efeitos significativos para a Eficiência Biológica nos ensaios realizados foi gerado o Diagrama de Pareto, que pode ser visualizado na Figura 11.

Figura 11 – Diagrama de Pareto dos planejamentos experimentais para EB



Fonte: Autor (2021)

Analisando a Figura 11 é possível identificar que a variável que possui efeito significativo para a EB, é o percentual de farelo de trigo.

Para investigar a influência estatística do percentual de farelo de trigo na eficiência biológica, realizou-se o teste de Análise de Variância (ANOVA) disposto na Tabela 7.

Tabela 7 – ANOVA para EB apenas com parâmetros significativos

	EB				
	Soma quadrática	GL	Média quadrática	F _{calculado}	F _{tabelado}
Regressão	2,1169	1	2,1169	5,6504	5,5383
Erro	3,3719	9	0,3747		
Total SS	5,4888	10			
% var. explicada	38,59				

Fonte: Autor (2021)

A partir dessa análise, é possível observar que o modelo matemático apresentou coeficientes de determinação de 39 % para a EB, considerando o percentual de farelo de trigo como o único efeito significativo. No teste de *Fisher* de regressão, o ajuste apresentou o valor calculado superior ao valor tabelado. Posteriormente foi possível gerar a equação, na forma codificada, que resulta na EB do cultivo (Equação 5).

$$EB = 5,51 + 0,51.(\%farelo) \quad (5)$$

Contudo, devido ao coeficiente de determinação baixo para a equação empregada a eficiência biológica optou-se por não utilizar a mesma para a representação dos dados.

5.6 Produtividade

A produtividade do cultivo está representada na tabela 8.

Tabela 8 – Produtividade do cultivo

Ensaio	Produtividade (g / dia)	Massa de corpo de frutificação total gerada (g)	Conversão de substrato em corpo de frutificação (%)
1	3,42	222	17,76
2	3,23	210	16,8
3	3,42	222	17,76
4	1,91	124	9,92
5	3,18	207	16,56
6	2,85	185	14,8
7	3,52	229	18,32
8	2,45	159	12,72
9	3,11	202	16,16
10	2,85	185	14,8
11	2,60	169	13,52

Fonte: Autor (2021)

O cultivo foi analisado por um período de 64 dias após a abertura das embalagens como mostrado na Figura 12, e as amostras apresentaram um bom rendimento quando levado em consideração o volume de substrato utilizado para o cultivo, que foi de 1,25kg por amostra, apresentando uma conversão média de 15 % de massa do substrato em *Pleurotus ostreatus*, valor inferior aos 28 % encontrados por Bernardi *et al.*(2009), que realizaram o cultivo de *Pleurotus* em substrato a base de capim elefante.

Figura 12 – Desenvolvimento dos corpos de frutificação



Fonte: Autor (2021)

6. CONCLUSÃO

O presente trabalho elaborou onze substratos a partir de resíduos agrícolas da região de Estrela RS, para o cultivo de cogumelos do tipo *Pleurotus Ostreatus*. Os substratos produzidos foram compostos por bagaço de cana-de-açúcar, palha de trigo e farelo de trigo, empregados em diversas proporções para analisar o Rendimento, Eficiência Biológica e a Produtividade. Após o cultivo foi empregado o uso recursos estatísticos o que tornou possível constatar que as variáveis como o percentual bagaço de cana-de-açúcar e o percentual farelo de trigo apresentaram influência nos termos de Rendimento, enquanto para a Eficiência Biológica a única variável significativa foi o percentual de farelo de trigo. Dentre os substratos produzido destaca-se o ensaio com 25 % de bagaço de cana-de-açúcar e 5 % de farelo, que apresentou Rendimento e Eficiência Biológica de 34,36 % e 6,41 % respectivamente, podendo ser empregado para o cultivo de *Pleurotus ostreatus*, já o ensaio com 75 % de bagaço de cana-de-açúcar e 15% de farelo apresentou o Rendimento e Eficiência Biológica de 16,0 % e 4,05 % respectivamente, não produzindo resultados satisfatórios para ser empregado. Destacam-se vários fatores que possuem impactos para o cultivo deste fungo, tais como a relação C/N que foi de 55 e 42 para as respectivas amostras, indicando que uma maior relação C/N seria benéfico ao cultivo, sendo o nitrogênio em altas quantidades, responsável pelo mal desenvolvimento micelial, como foi possível observar utilizando o farelo de trigo como aditivo ao substrato.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como proposta para trabalhos futuros indica-se o estudo de outros parâmetros físicos e químicos a serem explorados futuramente, como proteínas e carboidratos presentes no substrato, para avaliar profundamente o impacto dos substratos e proporções utilizadas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. C. P. S. *et al.*. Cultivo axênico de cogumelos comestíveis em resíduos agroindustriais. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, Rio Largo, v. 3, n. 1, p. e6651, 2018. Disponível em: <http://seer.ufal.br/index.php/era/article/view/6651>. Acesso em: 25 maio 2020.
- ALVES, E. P. *et al.*. Produção e caracterização de biossurfactantes metabolizados por *Pleurotus sajor-caju* a partir de óleo de soja. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v.22, n.3, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-70762017000300417&script=sci_arttext. Acesso em: 25 abr. 2021.
- AMAZONAS, M. A. L.; SIQUEIRA, P. **Champignon do Brasil (*Agaricus brasiliensis*): ciência, saúde e sabor**. Documento n. 85. EMBRAPA Florestas: Colombo, 2003. 45 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/308244/1/doc85.PDF>. Acesso em: 03 abr. 2021.
- AMBALIKA, G.; PRASHANT, S. Comparative study of different grains on spawn development of *Pleurotus sajor caju* (Fr.) Singer. *International Journal of Plant Sciences (Muzaffarnagar)*, v. 9, n. 1, p. 190-192, 2014. Disponível em: http://researchjournal.co.in/upload/assignments/9_190-192.pdf. Acesso em: 8 abr. 2021.
- BERNARDI, E. *et al.*. Cultivo e Características nutricionais de *Pleurotus* em substrato pasteurizado. *Bragantia*, Campinas, v.68, n.4, p.901-907, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/Bbf9xJKCvmKk9nNbLPYkMJh/?lang=pt#>. Acesso em: 25 set. 2021.
- BERNARDI, E. *et al.*. Utilização de diferentes substratos para a produção de inóculo de *Pleurotus ostreatoroseus* Sing. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 1, 2007. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/156>. Acesso em: 13 abr. 2021.
- BERNARDI, E. **Utilização de substratos para o cultivo axênico e pasteurizado do cogumelo *Pleurotus ssp.*** 2010. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas. Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Pelotas, 2010. Disponível em: http://www2.ufpel.edu.br/tede/tde_arquivos/13/TDE-2010-05-20T124949Z-518/Publico/Tese_Eduardo_Bernardi.pdf. Acesso em: 25 mar. 2021.
- BONONI, V. L. R. *et al.* **Cultivo de cogumelos comestíveis**. São Paulo: Icone, 1995.
- BONASSA, G. *et al.* Subprodutos Gerados na Produção de Bioetanol: Bagaço, Torta de Filtro, água de Lavagem e Palhagem. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Curitiba, v.4, p. 144-166, 2015. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/rber/article/download/44075/pdf_72. Acesso em: 8 abr. 2021.

BRAGA, G. C. *et al.* **Manual de cultivo de Agaricus brasiliensis Murril “Cogumelo do sol”**. Botucatu: FEPAF–UNESP, 1998.

CAMPOS, S.C *et al.* Análise físico-química e composição nutricional da matéria prima e de substratos pré e pós cultivo de Pleurotus Ostreatus. **Interciencia**. v. 35, n.1, p. 70 a 76, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33913146012.pdf> Acesso em: 26 set. 2021.

CHANG, R.. Functional properties of edible mushrooms. **Nutrition Reviews**, vol. 54, n 11, p. 91, 1996. Disponível em: <https://search.proquest.com/openview/14269529db0719902ba65e3ab7d03560/1?pq-origsite=gscholar&cbl=42187>. Acesso em: 26 abr. 2021.

CHANG, S. T., LAU, O. W., CHO, K. Y. The cultivation and nutritional value of Pleurotus sajor-caju. **European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology**, v.12, p. 58-62, 1981. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00508120>. Acesso em: 11 abr. 2021.

CHANG, S. T.; MILES, G. **Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact**. 2. ed., Boca Raton: CRC press, 2004.

CHANG, S. T.; QUIMIO, T. H. **Tropical mushrooms, Biological Nature & Cultivation Methods**. Hong Kong, The Chinese University, 1982.

CHAVES, B. W. *et al.*. Utilização de Resíduos Industriais na Dieta de Bovinos Leiteiros. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental-REGET**, v.18, p.150 - 156, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/13046/pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

CHIAVEGATTI, B. *et al.* **Cogumelos Comestíveis: Produção e Mercado Brasileiros**. Instituto de Biociência da USP, São Paulo. 2018. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4332863/mod_folder/content/0/Integral/Cogumelos%20comest%C3%ADveis%20produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20mercado%20no%20Brasil.pdf?forcedownload=1. Acesso em: 25 abr. 2021.

COGORNI, P. F. B. O. *et al.* Produção de Pleurotus sajor-caju em folhas de pupunheira (Bactris gasipaes) e avaliação de sua utilização para enriquecimento de farinha de trigo. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 34, n. 2, p. 267-274, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612014000200007. Acesso em: 25 mar. 2021.

DIAS, E. S. Cultivo de cogumelos no Brasil: desafios e potencialidades. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 795-803, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542010000400001&lang=pt. Acesso em: 20 fev. 2021.

DIAS, E. S. *et al.*. Cultivo do cogumelo Pleurotus sajor-caju em diferentes resíduos agrícolas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1363-1369, 2003.

Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542003000600022. Acesso em: 03 abr. 2021.

DUNDAR, A.; ACAY, H.; YILDIZ, A. Effect of using different lignocellulosic wastes for cultivation of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. On mushroom yield, chemical composition and nutritional value. **Academic Journals**, Nairobi, v. 8, n. 4, p. 662-666, 2009. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/59909>. Acesso em: 02 abr. 2021.

EIRA, A.F. Fungos comestíveis. In: ESPOSITO, E; AZEVEDO, J. L. **Fungos: uma introdução à biologia e biotecnologia**. Caxias do Sul: EDUCS, 2004. p. 15 a 46.

ERKEL, E. I. The effect of different substrate mediums on yield of *Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst. **J Food Agric Environ**, v. 7, p. 841-844, 2009. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-effect-of-different-substrate-mediums-on-yield-Erkel/3e807e416739a1cf97082f76de11c8de2db8ba9d>. Acesso em: 18 abr. 2021.

ESPÓSITO, E.; AZEVEDO, J. L.. **Fungos uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. EducS, Caxias do Sul, 2004. cap.12, 510p.

FASIDI, I. O.; KADIRI, M. Use of agricultural wastes for the cultivation of *Lentinus subnudus* (Poliporales: Polyporaceae) in Nigeria. **Revista de Biologia Tropical**, v. 41, n. 03, p. 411 a 415, 1993. Disponível em: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/23386>. Acesso em: 27 set. 2021.

FIGUEIRÓ, G. G.. **Influência do substrato no cultivo e na composição química do cogumelo *Pleurotus florida***. 2009. Tese (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira. 2009. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98718/figueiro_gg_me_ilha.pdf;jsessionid=3F21FB892C7A1BC101C7F33335972E91?sequence=1. Acesso em: 08 abr. 2021.

FIGUEIRÓ, G. G.; GRACIOLLI, L. A.. Influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 5, p. 924-930, set./out., 2011. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000500009#:~:text=A%20rela%C3%A7%C3%A3o%20C%2FN%20do,1%20\(EIRA%2C%202004\)](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000500009#:~:text=A%20rela%C3%A7%C3%A3o%20C%2FN%20do,1%20(EIRA%2C%202004)). Acesso em: 08 abr. 2021.

FELINTO, A. S.. **Cultivo de cogumelos comestíveis do gênero *Pleurotus* spp em resíduos agroindustriais**. 1999. Tese (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1999. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-20191108-095700/publico/FelintoAlexSalvany.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2021.

FLEGG, P. B.; SPENCER, D. M.; WOOD, D. A. **The biology and Thechnology of the Cultivate Mushrooms**. John Wiley, Hoboken.1985. 347p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. FAO. **Sistema FAOSTAT**. Roma: FAO, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 26 fev. 2021.

EIRA, A. F.; MINHONI, M. T. A. **Manual de cultivo do "hiratake" e "shimeji" (*Pleurotus spp.*)**. FEPAF, Botucatu, 1997. 97 p.

GAO, M. *et al.* Electricity Enhancement by MFCs from Food Waste Ethanol Fermentation Recycle Stillage Effect of Dilution Ratio and Addition of Tween 80. **Chemistry Select**, p. 1701-1705, 2020. Disponível em: <https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/slct.202000501>. Acesso em: 25 mar. 2021.

GOMES D. *et al.* **Censo paulista de produção de cogumelos comestíveis e medicinais**. São Paulo: Apta Regional, 2016. Disponível em: <http://aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2016/janeiro-junho-4/1691-censo-paulista-de-producao-de-cogumelos-comestiveis-e-medicinais/file.html>. Acesso em: 27 fev. 2021.

LARGETEAU, M. L.; LLARENA-HERNÁNDEZ, R. C.; REGNAULT-ROGER, C.; SAVOIE, J. M. The Agaricus mushroom cultivated in Brazil: Biology, cultivation and non-medicinal valorisation. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 92, n. 5, p. 897–907, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00253-011-3630-7>. Acesso em 23 abr. 2021.

HAN W. *et al.* Ethanol production from waste pizza by enzymatic hydrolysis and fermentation, **Biochemical Engineering Journal**, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339061084_Ethanol_production_from_waste_pizza_by_enzymatic_hydrolysis_and_fermentation. Acesso em: 03 abr. 2021.

HÖLKER, U.; LENZ, J. Solid-state fermentation - are there any biotechnological advantages? **Current Opinion in Microbiology**, Amsterdam, v. 8, n. 3, p. 301-306, 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369527405000457>. Acesso em: 25 mar. 2021.

HOLTZ, M. *et al.* Cultivo de *Pleurotus ostreatus* utilizando resíduos de algodão da indústria têxtil. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.3, n.1, p. 37 a 51, 2009. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/113>. Acesso em: 15 abr. 2021.

ILYAMA, K.; STANE, B. A.; MACAVLEY, B. J. Compositional changes in compost during composting and growth of *Agaricus bisporus*. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 60, n. 5, p. 1538-1546, 1994. Disponível em: <https://aem.asm.org/content/aem/60/5/1538.full.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2021.

MAGALHÃES, A.A. S. *et al.* Produção e caracterização de enzimas proteolíticas de *Lentinus crinitus* (L.) Fr. 1825 DPUA 1693 do bioma amazônico (Polyporaceae). **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.**, Belém, v. 14, n. 3, p. 453-461, set.-dez.

2019. Disponível em: <https://boletimcn.museu-goeldi.br/bcnaturais/article/download/231/59/>. Acesso em: 03 abr. 2021.

MARINO, R.H. et al. Crescimento e produção de isolados melhorados geneticamente de *Pleurotus ostreatus* em resíduo de coco. **Revista de Ciência Agronômica**, Ceará, v.39, n.4, p. 597 a 602, 2008. Disponível em: <http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/393/289>. Acesso em: 27 set. 2021.

MATUTE, R. G.; FIGLAS, D.; CURVETTO, N. Agaricus blazei production on noncomposted substrates based on sunflower seed hulls and spent oyster mushroom substrate. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 27, n. 6, p. 1331- 1339, 2011. Disponível: https://www.researchgate.net/publication/225594312_Agaricus_blazei_production_on_non-composted_substrates_based_on_sunflower_seed_hulls_and_spent_oyster_mushroom_substrate. Acesso em: 10 abr. 2021.

MAZIERO, R.. **Substratos alternativos para o cultivo de Pleurotus spp.** 1990. Tese (Mestrado em Ciências biológicas na área de botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990. Disponível em: https://repositorio.usp.br/single.php?id=000732014&locale=pt_BR. Acesso em: 7 mar. 2021.

MODA, E. M. Produção de *Pleurotus sajor-caju* em bagaço de cana-de-açúcar lavado e o uso de aditivos visando a sua conservação “in natura”. 2003. Dissertação de mestrado (Mestrado em ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba SP, 2003. Disponível em <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-25042005-152253/publico/evelise.pdf>. Acesso em: 12 set. 2021.

MONTINI, R. M. **Efeito de linhagens e substrato no crescimento miceliano e na produtividade do cultivo axênico de shiitake Lentinula edodes (Berk.) Pegler.** 2001. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101743?locale-attribute=en>. Acesso em: 25 mar. 2021.

OLIVEIRA, H. C. B.; URBEN, A. F. Cultivo de *Pleurotus* sp. utilizando a técnica “Jun-Cao”. In: URBEN, A.F. **Produção de cogumelos por meio da tecnologia chinesa modificada.** Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília DF, p. 151, 2001.

PANDEY, A. Fermentação em estado sólido. **Biochemical Engineering Journal**, Amsterdam, v. 13, n. 2-3, p. 81-84, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369703X02001213>. Acesso em: 25 mar. 2021.

PHILIPPOUSSIS, A.; DIAMANTOPOULOU, P.; ZERVAKIS, G. Monitoring of mycelium growth and fructification of *Lentinula edodes* on several agricultural

residues. Mushroom biology and mushroom products. **UAEM**, Cuernavaca, p. 279-287, 2002. Disponível: <https://www.semanticscholar.org/paper/MONITORING-OF-MYCELIAL-GROWTH-AND-FRUCTIFICATION-OF-Philippoussis-Diamantopoulou/541458a1484a4a05efe0720cb07457ac8aba0b57>. Acesso em: 09 abr. 2021.

RAJARATHNAM, S.; BANO, Z.; STEINKRAUS, K. H. Pleurotus cogumelos. Parte III. Biotransformações de resíduos lignocelulósicos naturais: aplicações comerciais e implicações. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, London, v. 28, n. 1, 1989. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398909527491>. Acesso em: 01 mar. 2021.

REZANIA, S. *et al.*. Review on fermentative biohydrogen production from water hyacinth, wheat straw and rice straw with focus on recent perspectives. **Int. J. Hydrog. Energy**, v. 42, n. 33, p. 20955–20969, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319917326939?via%3Dihub>. Acesso em: 23 abr. 2021.

ROSA, M.F., *et al.*. **Valorização de resíduos da agroindústria**. In: Anais do II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. Foz do Iguaçu, v. I, p.98 105, 2011. Disponível em: <http://www.sbera.org.br/2sigera/obras/p12.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2021.

ROSSI, I. H. *et al.* Supplementation of sugarcane bagasse with rice bran and sugarcane molasses for shiitake (*Lentinula edodes*) spawn production. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 34, n. 1, p. 61-65, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-83822003000100013 Acesso em: 11 abr. 2021.

ROYSE, D. J. Specialty mushrooms. *In*: JANICK, J. Process in new crops. Arlington: ASH Press, 1996. p. 464 a 475.

SACOMANI, F. H.; TONIN, F. B.. **Viabilidade econômica da produção de cogumelo shimeji de um pequeno produtor em Botucatu em microescala**. 4ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC. Botucatu, 2016. Disponível em: <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VJTC/VJTC/paper/viewFile/861/1057>. Acesso em: 15 abr. 2021.

SAMPAIO, S. M.; QUEIROZ, M. R.. Influência do processo de secagem na qualidade do cogumelo shiitake. **Engenharia Agrícola (online)**. vol.26, n.2, p. 570-577, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162006000200027&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em 26 abr. 2021.

SÁNCHEZ, C. Lignocellulosic residues: biodegradation and bioconversion by fungi. **Biotechnology Advances**, Amsterdam, v. 27, n. 2, p. 185-194, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/23682363_Lignocellulosic_residues_Biodegradation_and_bioconversion_by_fungi. Acesso em: 08 mar. 2021.

SHARMA, H. S. S.. Thermogravimetric analysis of fungus (*Agaricus bisporus*) compost for fibre components. **Elliot T. (ed) Proceedings of the 14th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi**. Rotterdam, p. 267-273, 1995. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/299513296_Thermogravimetric_analysis_of_mushroom_Agaricus_bisporus_compost_for_fibre_components. Acesso em: 03 abr. 2021.

SILVA, A. C.; JORGE, N. Cogumelos: compostos bioativos e propriedades antioxidantes. **Ciências biológicas e da saúde**, v. 13, p. 375–384, 2011. Disponível em: <https://revista.pgsskroton.com/index.php/JHealthSci/article/view/1102/1059>. Acesso em: 10 abr. 2021.

SILVA, D. *et al.* Produção de pectinases por *Penicillium viridicatum* RFC3 através de fermentação em estado sólido, usando resíduos agrícolas e sub-produtos agroindustriais. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 318-324, 2002. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-83822002000400008. Acesso em: 25 mar. 2021.

STAMETS, P. **Growing gourmet and medicinal mushrooms**: um guia complementar para o cultivador de cogumelos. Berkeley: Speed Press, 1993.

THOMAS, G. V. *et al.*. Evaluation of lignocellulosic biomass from coconut palm as substrate for cultivation of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, Oxford, v.14, p.879-882, 1998. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008881124903#article-info>. Acesso em: 02 abr. 2021.

TISDALE, T. E.; MIYASAKA, S. C.; HEMMES, D. E. Cultivo do cogumelo ostra (*Pleurotus ostreatus*) em substratos de madeira no Havaí. **World Journal Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 22, n. 201, 2006. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11274-005-9020-5#citeas>. Acesso em: 01 mar. 2021.

URBEN, A. F. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada**. 2. ed., Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004.

VELASCO, J. V.; BELLA, E. V.. **Cultivo del hongo seta ()**. 2004. p **Pleurotus ostreatus**. 10. Disponível em: https://www.academia.edu/7547055/CULTIVO_DEL_HONGO_SETA_Pleurotus_ostreatus. Acesso em: 03 abr. 2021.

WOOD, D. A.; SMITH, J. F. **The cultivation of mushroom**. In: **Essays in agricultural and food**. New Jersey: John Wiley and Sons Ltda., 1987.

YANG, W.; GUO, F.; WAN, Z. Yield and size of oyster mushroom grown on rice/wheat straw basal substrate supplemented with cotton seed hull. **Saudi Journal**

of Biological Sciences. v. 20, n. 4, p. 333–338, 2013. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24235869/>. Acesso em: 25 abr. 2021.

ZANETTI, A. L.; RANAL, M. A. Suplementação de cana-de-açúcar com guandu no cultivo de *Pleurotus* sp. 'Florida'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília DF, v.32, n.9, p.959-964, 1997. Disponível em:
<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4736/0>. Acesso em: 01 mar. 2021.