

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
ORGÂNICOS AGROINDUSTRIAIS GERADOS NA REGIÃO OESTE
DO PARANÁ

Matheus Vinícios Dias Cadoná

Palotina

2023

Resumo

Transformações vem acontecendo no cenário brasileiro, onde exploração de culturas que visam abastecer com matéria prima aos mais diversos setores industriais vem ganhando espaço e visibilidade. Essas mudanças vêm associadas à problemas, pois a produção industrial acelerada, ocasiona à geração de resíduos industriais, que se não receberem um destino correto podem ocasionar problemas para o meio ambiente e as indústrias. Assim, o presente trabalho visou caracterizar alguns resíduos sólidos orgânicos agroindustriais e por meio de uma revisão bibliográfica atualizada, encontrar destinações a estes materiais, visando agregar valor aos mesmos. Foram realizadas análises em laboratório de amostras de: bagaço de cana-de-açúcar, bagaço de malte, bagaço de mandioca e lodo de flotor, sendo quantificados os parâmetros de: pH, umidade, matéria orgânica, nitrogênio, carbono e relação C/N. Os resultados do trabalho alcançaram semelhança com a literatura. Com os resultados obtidos, foi realizada uma pesquisa na literatura atual (2013-2023), sendo que para cada resíduo sólido orgânico foram propostas alternativas de aproveitamento não apenas dentro das próprias indústrias. Desta forma, pode-se fazer melhor manejo desse resíduo, para que se aumente o seu valor agregado e contribuindo assim, para uma menor quantidade de resíduos despejados no meio ambiente.

Palavras-chaves: bagaço de cana-de-açúcar, bagaço de mandioca, bagaço de malte e lodo de flotor.

Abstract

Potential use of solid organic agro-industrial waste generated in the western region of Paraná.

Transformations have been taking place in the Brazilian scenario, where exploration of cultures that aim to supply raw materials to the most diverse industrial sectors has been gaining space and visibility. These changes are associated with problems, as accelerated industrial production leads to the generation of industrial waste, which, if not properly disposed of, can cause problems for the environment and industries. Thus, the present work aimed to characterize some solid organic agro-industrial residues and, through an updated bibliographical review, find destinations for these materials, aiming to add value to them. Laboratory analyzes of samples of: sugarcane bagasse, malt bagasse, cassava bagasse and floater sludge were quantified, with the following parameters being quantified: pH, humidity, organic matter, nitrogen, carbon and C/N ratio. The results of the work reached similarity with the literature. With the results obtained, a search was carried out in the current literature (2013-2023), and for each solid organic waste studied in the work, ways of making use of it were proposed not only within the industries themselves. In this way, better management of this waste can be carried out, so that its added value is increased and thus contributing to a smaller amount of waste dumped in the environment.

Keywords: sugar cane bagasse, cassava bagasse, malt bagasse and floater sludge.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma economia bastante ligada à agricultura e a pecuária, gerando assim grande quantidade de resíduos agroindustriais. Em geral, estes resíduos incluem os subprodutos que são gerados durante o processamento industrial de produtos agrícolas ou atividades agrícolas (SANTOS et al., 2018). A partir disso a sociedade vem estipulando não só práticas alternativas para o uso dos resíduos, como regras, e essas novas regras conduzem inexoravelmente em direção às "boas práticas" que incluem além das leis ambientais, também a legislação para criar e abater animais sem sofrimento, ou o processamento fabril sem contaminação dos produtos e sem poluição.

Para Grandin e Costa (2009), é necessário buscar meios alternativos juntamente com soluções eficazes para minimizar danos ambientais futuros, mesmo que seja uma realidade pouco distante devido as grandes empresas não entrarem em um consenso. O despejo inadequado desses resíduos contribui negativamente para a eliminação da mata ciliar nas margens de rios e córregos, na poluição visual, proliferação de condutores de doenças e possíveis contaminações nos lençóis freáticos ocasionando assim um impacto ambiental (FILHO et al., 2007 apud GRADIN et. al, 2009).

A produção industrial e agroindustrial planejada e com menor geração de resíduos abre espaço para a convergência entre os interesses de conservação ambiental, de desenvolvimento econômico e de melhoria do ambiente de trabalho. Além disso, cria oportunidades para o estabelecimento de parcerias e de soluções criativas entre a indústria e a agropecuária, que implicam na redução do potencial de surgimento de novos passivos ambientais (resíduos agroindustriais). Isso significa também melhorar a eficiência empresarial e aumentar a competitividade em um mercado globalizado (ABREU, 2006).

A partir desta premissa, esse trabalho buscou identificar formas de reaproveitamento de resíduos das agroindústrias. Resíduos orgânicos agroindustriais são gerados em grandes quantidades; portanto, se gerenciados de maneira errônea acarretam acumulação no meio, contribuindo para a poluição ambiental (RAJ; ANTIL, 2011). Dentre os subprodutos agroindustriais, oriundos da agropecuária, destacam-se: resíduos de cervejarias, de soja, de milho, de algodão, de mandioca, de cana-de-açúcar pois esses resíduos apresentam características nutricionais interessantes, possuem baixo valor agregado e alta disponibilidade na região oeste do Paraná.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS AGROINDUSTRIAIS

A grande participação e o forte efeito multiplicador do complexo agroindustrial no produto interno bruto (PIB), o alto peso dos produtos de origem agrícola (básicos, semielaborados e industrializados) na pauta de exportações e a contribuição para o controle da inflação são exemplos da importância da agricultura para o desempenho da economia brasileira (PESSÔA, 2009). No estado do Paraná, o setor foi responsável por 26,1% do PIB industrial brasileiro no ano de 2019, se tornando assim o 5º maior PIB dentre todos os estados na nação (PERFIL DA INDÚSTRIA, 2020).

Diante do exposto, é notável que com uma grande produção agroindustrial, tem-se uma alta produção de resíduos. A problemática acompanhada desse alta produção, é assegurar uma destinação adequada a essa grande quantidade de resíduos assim, como a tentativa de diminuição de impactos ambientais provenientes desses passivos e a obtenção de novos produtos a partir dessa sobra da indústria. Deve-se salientar que os resíduos se diferenciam do “lixo (rejeito)”, uma vez que enquanto este último não possui nenhum tipo de valor, o outro pode apresentar valor econômico agregado, por possibilitar o seu reaproveitamento (PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007).

Tais resíduos são compostos por restos orgânicos das lavouras, palhas, dejetos orgânicos e de atividades zootécnicas, que podem ser passíveis de reutilização e tratamento para utilização no próprio meio agrícola (PIRES; MATTIAZZO, 2008). Um dos objetivos da reutilização é proteger a saúde pública, economizando os recursos naturais e evitando danos ao meio ambiente, podendo beneficiar economicamente o setor agrícola (FIGUEIREDO; TANAMATI, 2010).

Além disso, políticas e regulamentações internacionais, como por exemplo a ISO 14000, atreladas às exigências do mercado por produtos ambientalmente adequados, têm impulsionado todos os setores a buscar alternativas ambientalmente corretas para os resíduos gerados em seus processos produtivos (DELMAS; TOFFEL, 2008; CURKOVIC; SROUFE, 2011).

2.2 BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, CONAB (2021) o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Em 2021, obteve uma produção de 715 milhões de toneladas, com uma área de mais de 9 milhões de hectares no país, para a produção sucroalcooleira, sendo o estado de São Paulo o maior produtor do país.

Visto isso, estima-se que a produção de cana de açúcar no Paraná pode chegar até 598,3 milhões de toneladas na safra 2022/23 (CONAB, 2023). Diante disso, a geração de resíduos é imensa, com cerca de 200 milhões de toneladas gerados através da extração da cana-de-açúcar para a obtenção de açúcar e refinaria do combustível etanol.

O principal resíduo sólido gerado no processamento desta matéria-prima é o bagaço, sendo que em uma tonelada de cana-de-açúcar, obtêm-se aproximadamente 280 Kg deste resíduo (CASTRO, 2008). O bagaço *in natura* é um produto fibroso resultante do esmagamento da cana-de-açúcar para obtenção de açúcar, álcool ou aguardente (SANTANA e SOUZA, 1985). O bagaço de cana é um material lignocelulósico composto majoritariamente por celulose (40- 45%), hemicelulose (25-29%) e lignina (19-24%), frações estas intimamente associadas, formando uma rede complexa e (ROCHA et al., 2015). A Tabela 1 apresenta a composição química do bagaço de cana.

Tabela 1. Composição química do bagaço da cana-de-açúcar

Componentes	<i>In natura</i>	Extraído com etanol	Extraído com ciclohexanoletanol
Celobiose	3,34	3,22	3,08
Glicose	46,20	48,17	48,66
Hidroximetilfulfural	0,30	0,30	0,31
Ácido Fórmico	0,56	0,39	0,38
Xilose	24,21	24,79	24,27
Arabinose	1,70	1,66	1,66
Furfural	1,25	1,40	1,50
Ácido Glucurônico	1,09	0,99	0,93
Ácido Acético	2,64	2,83	2,83
Lignina Solúvel	2,61	2,62	1,45
Lignina Insolúvel	23,66	21,54	21,41
Cinzas	1,61	1,61	1,61
Extrativos	-	4,10	6,13

Fonte: Associação Brasileira de Química (2007)

Devido a elevada quantidade gerada de bagaço, a pesquisa acerca do que pode ser feito com esse resíduo cresceu exponencialmente. Na indústria sucroalcooleira, o bagaço

é usualmente destinado à cogeração de energia elétrica para o abastecimento da usina e aquecimento das caldeiras, pela sua queima (DIAS et al., 2015). No entanto, diversas outras aplicações têm sido estudadas, visando agregar ainda mais valor ao bagaço na obtenção de novos produtos.

2.3 BAGAÇO DE MALTE

A indústria de cerveja pode ser considerada uma das mais importantes atividades produtivas do século XXI. No entanto, sua produção vem de séculos e seu consumo foi introduzido como parte dos hábitos alimentares por diversas civilizações há, pelo menos, 7.000 antes da Era Cristã (POELMANS AND SWINNEN, 2012).

O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja no mundo, com uma produção de aproximadamente 14 bilhões de litros por ano, ficando atrás apenas da China e Estados Unidos (MAPA, 2021). O Paraná detém o maior número de produção de grãos de cevada do país, sendo responsável por mais de 60% (CATALI, 2023). Segundo a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja (CevBrasil, 2023), esse segmento industrial representa 1,6% do PIB e é responsável por uma taxa de ocupação que atinge 2,7 milhões de empregos diretos e indiretos, o que corresponde a 2,7% da mão de obra empregada.

De acordo com Brasil (1977), malte cervejeiro ou cevada malteada para fins cervejeiros é o produto resultante da germinação forçada e controlada, sob condições especiais de umidade e temperatura, da cevada *Hordeum, sp*, cujas características se enquadram nos limites constantes nas presentes especificações. Para Dragone e Roberto (2006), os resíduos da indústria cervejeira correspondem a 85% de bagaço de malte.

Em geral, para cada 100 kg de grãos processados, são gerados 125 a 130 kg de bagaço úmido, com cerca de 80 a 85% de umidade, o que corresponde a cerca de 14 e 20 kg de bagaço para cada hectolitro de cerveja produzida (FILLAUDEAU et al., 2006). O bagaço de malte, proveniente da filtração do mosto (mistura do malte com água), corresponde a 85% do total de resíduos da indústria cervejeira, uma vez que, a cada 100 L de cerveja, gera-se 20 kg de bagaço (ONOFRE et al., 2017).

O bagaço de malte é composto, principalmente, pela casca da cevada, que apresenta em sua composição, em torno de 17% de celulose, 28% de polissacarídeos não-celulósicos e 28% de lignina. Além disso, contém grande quantidade de proteína e fibras,

e 80% de água, o que o impossibilita ser guardado por longos períodos (MUSSATO et al., 2006). Na Tabela 2, tem-se a caracterização do bagaço do malte.

Tabela 2 - Composição do bagaço do malte

Características %	Bagaço do malte	Tratamento Alcalino	Branqueamento
Homocelulose	45,87 ± 1,24	81,80 ± 1,16	95,68 ± 0,29
Celulose	22,36 ± 0,41	64,43 ± 0,28	94,62 ± 0,68
Hemicelulose	23,51 ± 0,82	17,37 ± 1,01	1,06 ± 0,53
Lignina	30,48 ± 0,54	11,85 ± 0,27	3,23 ± 0,03
Outros	23,65 ± 0,94	5,35 ± 0,75	1,09 ± 0,81
Rendimento	-	22,96 ± 0,34	66,96 ± 0,99

Fonte: 54° CBQ (2020)

O uso mais comum do bagaço de malte é na alimentação animal, porém já existem estudos para implementação na dieta humana (IKRAM et al., 2017), extração de proteínas (CELUS et al., 2007), produção de polissacarídeos (LAINE et al., 2015), como substrato para produção de biomassa fúngica (WOLTERS et al., 2016) e substrato para produção de enzimas (GREGORI et al., 2008).

2.4 BAGAÇO DA MANDIOCA

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é uma planta rústica, de fácil adaptabilidade, que é produzida em quase todos os países situados entre os trópicos de câncer e capricórnio, desenvolvendo-se bem em solos pobres (HERRERA; ROSILLO; GARCÍA, 2007). No Brasil, a mandioca integra o cardápio em todas as regiões brasileiras, desde o período pré-colonial até os dias atuais (MEZZETE et al., 2009). Além de ser consumida cozida, pode ser utilizada de diversas formas, como a fécula, que é incorporada no consumo de inúmeros produtos, na indústria de massas, biscoitos e fermento, fabricação de papéis, colas e tintas e nos frigoríficos para conservas em geral (PONCE; RIBEIRO; TELLES, 2020).

Atualmente, o Brasil ocupa a quarta colocação entre os maiores produtores de mandioca, com 7,79 milhões de toneladas ao ano, o que representa 7,25% da produção mundial (IBGE, 2017; AJAYI; OLUTUMISE, 2018; PONCE; RIBEIRO; TELLES, 2020). Segundo o Departamento de Economia Rural (DERAL, 2022), no estado do Paraná para este ano, devem ser plantados cerca de 132 mil hectares de mandioca, com uma produção de aproximadamente 3,03 milhões de toneladas.

No entanto, o processamento industrial da mandioca causa sérios problemas ambientais. Mesmo as pequenas unidades fabris, como as casas de farinha e polvilheiras, podem gerar quantidades significativas de resíduos sólidos (casca, entrecasca e bagaço) ou líquidos (manipueira e água vegetal) (CAMARGO et al. 2008). Dentre estes resíduos, destaca-se o bagaço de mandioca, onde para cada tonelada de raiz processada, são gerados cerca de 928,6 kg de bagaço, com 85% de umidade (base úmida), totalizando 35,93% de matéria seca nas raízes (FIORDA et al., 2013).

Este bagaço é composto pelo material fibroso da raiz e contém parte do amido que não foi extraída no processamento. Este material é gerado na etapa de separação da fécula e, por ser intumescido de água, apresenta teor de umidade maior que a própria matéria-prima (cerca de 85%) (RODRIGUES et al. 2011). Rico em fibras, ainda pode conter, em base seca, até 60 % de amido, tornando-se fonte de carboidratos de rápida fermentação (CARDOSO, 2004). Na Tabela 3, tem-se a caracterização do bagaço de mandioca, a diferença entre amostras 1 e 2, são que foram coletadas em empresas diferentes e que a amostra 1, foi coletada pelo autor na forma úmida, já a 2 foi coletada pela própria indústria, que utiliza filtro-prensa para eliminar o excesso de umidade do material e depois seca em secador industrial sob alta temperatura com vapor indireto, na forma seca.

Tabela 3 - Caracterização do bagaço da mandioca

Composição	Amostra 1 (%)	Amostra 2 (%)
Umidade	11,5	4,8
Proteínas	1,9	1,7
Lipídeos	0,1	0,1
Fibra Bruta	18,7	19,8
Cinzas	1,9	2,1
Fibra Alimentar	31,6	36,6
Amido	42,0	47,0
Carboidratos	11,1	7,8
pH	4,0	5,4

Fonte: Jasko et al. (2011)

2.5 LODO DO FLOTADOR DE ABATEDOURO DE AVES

No ano de 2021, o mercado brasileiro, segundo a EMBRAPA (2021), exportou cerca de 4300 milhões de toneladas de frango de corte, entretanto, todo o resíduo dessa produção, ficou em solos brasileiros. Um estudo realizado por Feistel (2011) diz que há geração de resíduos em todas as etapas do abate de frango, sendo estes caracterizados por

conter contém um alto teor de matéria orgânica (RABELO, SILVA E PERES, 2014). A quantidade de resíduos gerados em abatedouros é imensa, com valores por frango abatido de aproximadamente: 0,084 kg de sangue, 0,084 kg de penas, 0,28 kg de vísceras e 0,52 kg de lodo de flotação (WANG, 2022).

A flotação é um processo físico-químico complexo, onde inúmeras variáveis afetam sua eficiência sendo, o tamanho das bolhas e o tamanho das partículas as que causam maior impacto no processo (SENA, 2009). Nesse procedimento, os flotores injetam ar em difusores, produzindo microbolhas que, por meio do fluxo ascendente, são responsáveis por carrear uma fração dos sólidos contidos na água residuária até a superfície do tanque. Em seguida, um raspador mecânico remove o material flotado, conduzindo-o a um tridecanter centrífugo, responsável por separar a água, o óleo e o lodo de flotador (RESTREPO, 2019).

Jeon et al. (2013), cita que cada ave abatida é responsável por produzir uma quantidade equivalente a 120 g de lodo. Segundo Cuetos et. al. (2017), o lodo residual é uma matéria-prima proveniente dos processos industriais do frango de corte, rico em proteínas, lipídios e aminoácidos do sangue das aves abatidas. Na Tabela 4, tem-se a caracterização do lodo de flotador obtido de abatedouro de aves.

Tabela 4 - Caracterização lodo do flotador de abatedouro de aves.

Parâmetros	Unidade	Valor
Sólidos totais	% em matéria natural	36,90 ± 0,17
Sólidos voláteis	% dos ST	91,98 ± 0,15
Sólidos fixos	% dos ST	8,02 ± 0,14
Umidade	% em matéria natural	63,10 ± 0,27
pH	Unidade de pH	6,80 ± 0,37
Carbono orgânico total	% dos ST	51,10 ± 0,07
Fósforo Total	% dos ST	7,00 ± 0,15
Relação C:N	adimensional	7,26 ± 0,14

Fonte: Damaceno (2022).

De acordo com Zanotto et al. (2006) o lodo é destinado ao descarte ou à aterros sanitários. No entanto, muitos estudos têm avaliado aplicações que agreguem valor a este resíduo como: produção de adubos orgânicos, uso na construção civil e a sua queima para geração de energia térmica. Uma opção para o tratamento térmico do lodo é a pirólise, que é definida como a decomposição térmica da matéria orgânica com oferta limitada de oxigênio, a qual forma subprodutos úteis como: o líquido denominado bio-óleo e o sólido denominado biochar (NETO, 2012). Segundo Ozdemir et al. (2022), é possível traçar uma

estratégia utilizando esse fluxo de resíduos nas necessidades internas do setor de abatedouro de aves, combatendo o desperdício de recursos com potencial energético.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ORIGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS UTILIZADOS NESTE ESTUDO

Neste estudo, foram usados os seguintes materiais, que por sua maior disponibilidade na região Oeste do Paraná, foram escolhidos: bagaço da cana de açúcar (*Saccharum officinarum*), que foi doado de uma garapeira localizada no município de Palotina-PR, bagaço de malte (proveniente da cevada), obtido de uma produção artesanal de cerveja do mesmo município, bagaço de mandioca (*Manihot esculenta*), material adquirido de uma fecularia localizada na região Oeste do Paraná, e por último, o lodo de flotador, proveniente de um abatedouro de frangos da região Oeste paranaense.

A Figura 1 traz uma imagem dos quatro resíduos analisados na presente pesquisa, em ordem, da esquerda para direita: lodo de flotador, bagaço de malte, fécula de mandioca e bagaço de cana de açúcar.

Figura 1 - Resíduos analisados no presente estudo



Fonte: Autoria própria (2023)

Todos os materiais utilizados foram mantidos sobre refrigeração por todo o período em que estiveram guardados, sendo retirados da refrigeração, apenas no momento do uso.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS UTILIZADOS NESTE ESTUDO

Para a caracterização dos resíduos, foram determinados os parâmetros de: pH, umidade, matéria orgânica, carbono orgânico, nitrogênio e relação carbono/nitrogênio (C/N). As análises foram conduzidas no Laboratório de Química Analítica e Análises Ambientais localizado na UFPR – Setor Palotina. Com exceção do pH, as demais análises foram realizadas em triplicada para cada um dos resíduos selecionados.

3.2.1 Determinação do pH nos resíduos selecionados

Para a análise de pH, foi utilizado o método EPA 9045 C (EPA, 1995), que consiste em utilizar água destilada, pHmetro e um béquer de 100 mL. Primeiramente, pesou-se 5 g de massa de cada resíduo em um béquer, logo após, adicionou-se 40 ml de água destilada e colocou-se o béquer sob agitação, em um agitador magnético, por 5 min. Após a agitação, deixou-se o béquer em repouso por cerca de 15 min. Em seguida, realizou-se as medidas de pH com o auxílio de um pHmetro.

3.2.2 Determinação da umidade nos resíduos selecionados

O método utilizado foi descrito por Kiehl (1985). O procedimento pode ser aplicado para a análise de resíduos orgânicos, inorgânicos e solos. O método consistiu em pesar 10 g de resíduo em cada béquer, previamente pesados e anotar a sua massa (úmida). Logo após pesar cada béquer e juntamente com sua massa de resíduo, levou-se os mesmos a estufa a 60-65 °C, por 24 h até peso constante. Na sequência, pesou-se novamente e anotou-se a massa do resíduo (massa seca). Para quantificar o teor de umidade utilizou-se Equação (1).

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{(\text{massa úmida} - \text{massa seca}) \times 100}{\text{massa úmida}} \quad \text{Eq. (1)}$$

Na Figura 2, tem-se as amostras prontas para irem para a estufa.

Figura 2 - Amostras dos resíduos durante a análise de umidade



Fonte: Autoria própria (2023)

3.2.3 Determinação da matéria orgânica (MO)

A determinação do teor de matéria orgânica (MO) foi realizada pelo método da mufla conforme Goldin (1987) com as seguintes modificações no método original: secagem prévia das amostras em estufa a 105 °C, por um período de 24 h, visando eliminar toda a água presente nos resíduos (Rodella e Alcarde, 1994).

O procedimento consistiu em pesar o cadinho sem o material e anotar, logo após, realizar a pesagem com o resíduo e anotar sua massa (cadinho + resíduo). Após esse período, os cadinhos de porcelana com as amostras foram condicionados a mufla, e incinerados a uma temperatura de 550°C, por 3 h. Após esse período, foram adicionados em um dessecador e em seguidas, pesados (Figura 3).

Figura 3 - Pesagem das amostras durante a análise de matéria orgânica



Fonte: Autoria própria (2023)

O teor da matéria orgânica se dá pela perda da massa do resíduo que foi incinerado, considerando-se o material perdido pela queima no intervalo de variação da temperatura de 105°C a 550°C, utilizando-se a Equação (2):

$$MO (\%) = \frac{(P - (T - C))}{P} \times 100 \quad \text{Eq. (2)}$$

Em que:

P = peso da amostra (g) depois de aquecida a 105 °C; (descontar o peso do cadinho)

C = peso do cadinho vazio (g);

T = peso da cinza + cadinho (g).

MO (%) = Porcentagem de matéria orgânica

3.2.4 Determinação do carbono orgânico nos resíduos selecionados

A quantificação de teor de carbono é realizada a partir do valor determinado para a matéria orgânica, obtida na Eq. (3), conforme (Zucconi e De Bertoldi, 1987), conforme Equação (3).

$$\%C \text{ total} = \% \text{ Matéria Orgânica} \times 0,5 \quad \text{Eq. (3)}$$

3.2.5 Determinação do nitrogênio orgânico

Para análise do nitrogênio Kjeldhal, seguiu-se metodologia descrita por Bremner e Mulvaney (1982), pesou-se 1 g de resíduo moído e colocou-se no tubo de digestão. Adicionou-se ao uma medida (1,1 g) da mistura digestora composta por sulfato de cobre e sulfato de potássio e 4 mL de H₂SO₄ concentrado. Foram preparados dois tubos de digestão para o branco (somente mistura catalisadora e ácido sulfúrico). Levou-se os tubos a um bloco digestor (marca TECNAL, modelo TE-007MP) no qual aumentou-se gradativamente a temperatura em 50 °C, até atingir a temperatura de 385 °C, mantendo essa temperatura até a amostra ficar na cor azulado-transparente.

Para a destilação, a amostra digerida foi colocada no destilador de nitrogênio (marca TECNAL, modelo TE-0363) onde a amostra foi aquecida previamente. Adicionou-se 25 mL da solução NaOH (40%), no qual foi liberado o nitrogênio na forma de gás, este gás foi recolhido após passar no condensador em 100 mL de ácido bórico 4% e 5 gotas dos indicadores verde de bromocresol 0,1% e vermelho de metila 0,2%, e então foi realizado a titulação com HCl e o volume gasto foi anotado para posterior cálculo. Com os dados calculou-se a concentração do nitrogênio utilizando-se a Equação (4).

$$N = \frac{(M_{ac} \times 28 \times V_{ac})}{m} \times 1000 \quad \text{Eq. (4)}$$

Em que:

N – Concentração de nitrogênio da amostra de solo, em g kg⁻¹;

Mac – concentração da solução padronizada de ácido sulfúrico, em mol L⁻¹;

Vac – volume da solução padronizada ácido sulfúrico gasto na titulação, em mL;

m – Massa da amostra de resíduo digerida, em mg;

28 – Equivale a duas vezes a massa de N (14 g).

3.2.6 Determinação da relação C/N nos resíduos selecionados

Para a quantificação deste parâmetro, deve-se dividir o valor de C pelo valor de N (Equação 5). Vale ressaltar, uma proporção que dê valor igual a 8, mostra a existência de 8 partes de carbono para cada parte de nitrogênio.

$$\text{Relação C/N} = \frac{\text{C}}{\text{N}} \quad \text{Eq. (5)}$$

Em que:

C - Quantidade de Carbono (%)

N - Quantidade de Nitrogênio (%)

3.3 AVALIAÇÃO DAS FORMAS DE APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS UTILIZADOS NESTE ESTUDO

Para uma melhor compreensão do estudo, realizou-se um levantamento bibliográfico, datado de 12 de dezembro de 2022 à 25 de março de 2023, utilizando sua maior parcela o banco de dados Scielo, atualizado das possibilidades de uso de materiais, levando-se em consideração o máximo aproveitamento desses resíduos, para que esses subprodutos possam ser reutilizados para a obtenção de produtos com maior valor agregado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

4.1.1 Caracterização do bagaço de cana-de-açúcar

Na Tabela 5, são apresentados os resultados da caracterização de cana-de-açúcar realizada em laboratório.

Tabela 5- Caracterização da cana-de-açúcar

Parâmetro	Unidade	Valor
pH	Unidade de pH	5,20
Umidade	% em matéria natural	37,93 ± 0,50
Matéria Orgânica	% em matéria natural	74,96 ± 1,14
Carbono	% dos ST	37,48 ± 0,57
Nitrogênio	% dos ST	0,12 ± 0,029
Relação C/N	Adimensional	312,33

Fonte: Autoria própria (2023)

Ao comparar alguns parâmetros com a literatura, os teores de carbono e nitrogênio presente no material ficaram abaixo dos teores analisados por Rein (2007) com uma quantidade de 47% e 5,92% respectivamente. Com isso, o valor de umidade, em comparação a pesquisa de Rein (2007), se manteve distante, com um valor de 52% para base úmida. O teor de umidade da amostra se mostrou inferior a Resende (2003), que alcançou 9,24 essa variação de números no teor de umidade. Para Carvalho et al (2019), o meio mais eficiente de remover a água do bagaço consiste em fazê-lo mecanicamente em uma prensa ou na moenda, mas há um limite mínimo prático. Fazendo assim, o teor de umidade, do bagaço de cana-de-açúcar, variar.

4.1.2 Formas de aproveitamento e destinação do bagaço de cana-de-açúcar

No trabalho de Silva (2014), o pesquisador utilizou o bagaço da cana-de-açúcar para a obtenção de acetato de celulose, que comumente é utilizado para a fabricação de plásticos, aplicações em fibras, vestuários entre outros. Fernandes (2016) ressalta que o bagaço de cana-de-açúcar é um bom substrato de fermentação no estado sólido sendo assim, uma boa alternativa para a produção de lacases, que são enzimas responsáveis pela formação da lignina e promove o acoplamento oxidativo de monolignóis, uma família de fenóis que ocorrem naturalmente.

Na construção civil, o bagaço de cana de açúcar, foi utilizado para a obtenção de cimento do tipo Portland – o mais comum utilizado nas obras. Segundo Rosa (2022), a cinza do bagaço de cana-de-açúcar pode ser utilizada como constituinte principal para incorporar na produção de Cimento Portland. A utilização deste resíduo na indústria cimenteira pode ser considerado uma alternativa viável para reduzir o impacto ambiental causado pelo seu descarte nas lixeiras;

Para Matos et al (2021), o bagaço da cana-de-açúcar em forma de cinza pode ser utilizado na obtenção de argamassas cimentícias, substituindo parcialmente o cimento

e/ou a areia, pois as cinzas contêm uma alta concentração de sílica, sendo úteis nos preenchimentos físicos ou pozolânicos, o uso desse resíduo é uma estratégia interessante para contribuir com o desenvolvimento sustentável além do custo do material ser baixo.

No estudo de Araújo et al. (2018), o bagaço de cana-de-açúcar foi utilizado como vapor, para a obtenção de energia elétrica e cogeração para a usina. O autor conclui, que na safra de 16/17, foi gerado 720 mil MWh, onde a receita da atividade, totalizou cerca de R\$ 152 milhões. Por consequência, fica notório que há utilização do bagaço de cana de açúcar nos mais variados setores industriais, como produção de energia, construção civil, no ramo químico e como base para a obtenção de rações para animais.

4.2 BAGAÇO DE MALTE

4.2.1 Caracterização do bagaço de malte

Os resultados da caracterização do bagaço de malte estão representados na Tabela 6.

Tabela 6 - Caracterização do bagaço do malte

Parâmetro	Unidade	Valor
pH	Unidade de pH	4,14
Umidade	% em matéria natural	69,26 ± 4,41
Matéria Orgânica	% em matéria natural	95,59 ± 1,09
Carbono	% dos ST	47,79 ± 0,54
Nitrogênio	% dos ST	2,48 ± 0,12
Relação C/N	Adimensional	19,27

Fonte: Autoria própria (2023)

Ao realizar a análise dos dados da caracterização do bagaço de malte, fica visível a quantidade em porcentagem de matéria orgânica presente na amostra. O pH da amostra desse trabalho ficou com um nível de maior acidez comparado com o de Mello et al (2013), que obteve 5,73.

No estudo de Cordeiro (2011), a autora obteve o valor de umidade, 75,45, sendo assim, ficou próximo ao valor do presente trabalho. De acordo com Ascheri (2007) o bagaço de cevada caracteriza-se por ter alto teor de umidade 86%.

Como o nível de matéria orgânica e umidade estão com números elevados, isso mostra que a quantidade de carbono e a relação C/N também possuem valores

considerados baixos, já que está menor que 30, o que leva uma grandeza inversamente proporcional a sua matéria orgânica. Segundo Salinas (2002), os resultados da característica mineral de uma amostra vegetal são determinados pelo solo onde crescem.

4.2.2 Formas de aproveitamento e destinação do bagaço de malte

O resíduo do malte pode possuir diversas formas de reaproveitamento, dos mais variados setores industriais. Um estudo de Silva et al. (2021), diz que o resíduo do malte, foi usado como substrato para a obtenção de cogumelos de alto valor agregado, que é utilizado nas indústrias de alimento como estabilizadores e geleificantes. Os autores concluíram que os resultados obtidos no trabalho indicam a possibilidade de utilização do bagaço de malte, resíduo gerado da indústria cervejeira, como substrato para o cultivo de cogumelos (*Hypsizyguis ulmariuse Pleurotus djamor*) visando a produção de pectinase. Além disso, a pectinase obtida no presente trabalho apresentou uma característica importante, como excelente atividade a 80 °C, o que pode ser interessante para aplicação em diferentes setores industriais.

Gomes (2010), traz um estudo que o resíduo de cervejaria (bagaço de malte) pode ser utilizado na produção de rações para vacas leiteiras. O autor justifica que, o bagaço de malte pode ser utilizado como uma fonte de alimentação para animais, devido suas características apresentadas na amostra, como alto teor de proteína bruta, alto teor de digestível total entre outros, podendo substituir as forragens e as fontes de alimentação tradicional sem modificar a produção de leite do bovino.

De acordo com a revisão na literatura, é possível a obtenção de pães através do resíduo do malte. Mattos (2010) realizou um estudo onde a formulação de pão de forma com bagaço de malte final testada, contendo 30% de bagaço sobre o peso da farinha de trigo, sem mudança no valor nutricional, obteve excelente desempenho na avaliação dos atributos analisados: impressão global, aroma, sabor, textura e cor e esses resultados indicaram que o produto pode seguir para testes de mercado, e que o produto possui potencial para ser utilizado.

Dessa maneira, o resíduo do malte/resíduo de cervejaria possui diversas vertentes para que se haja o reaproveitamento. Como exposto, pode ser utilizado na produção de rações para animais, como substrato no cultivo de cogumelos e no setor de panificação do país e entre demais setores industriais do país.

4.3 BAGAÇO DE MANDIOCA

4.3.1 Caracterização do bagaço de mandioca

A Tabela 7 representa a caracterização do bagaço de mandioca do presente estudo.

Tabela 7- Caracterização do bagaço de mandioca

Parâmetro	Unidade	Valor
pH	Unidade de pH	3,95
Umidade	% em matéria natural	89,41 ± 0,45
Matéria Orgânica	% em matéria natural	96,17 ± 1,03
Carbono	% dos ST	48,08 ± 0,51
Nitrogênio	% dos ST	0,061 ± 0,014
Relação C/N	Adimensional	801,33

Fonte: Autoria própria (2023)

Ao se comparar o valor de pH de Jasko et al (2011), que se obteve 4,0, tem-se um valor bem próximo da amostra 1. Em contrapartida, o valor de umidade em comparação com o mesmo trabalho e com outros autores, se difere de maneira exorbitante, pelo processo de extração, para Jasko et al (2011) 11,5% de umidade. Essas variações podem estar relacionadas com a origem ou tipo de mandioca utilizada bem como seu processamento industrial. Para os valores de carbono, nitrogênio e matéria orgânica, não foram encontrados resultados na literatura.

4.3.2 Formas de aproveitamento e destinação do bagaço de mandioca

No estudo de Oliveira et al. (2013), utilizou-se bagaço de mandioca, por ser um resíduo fibroso, para a produção de embalagens biodegradáveis. Os testes para alimentos com um baixo teor de umidade foram significativamente bons, entretanto para alimentos bastante úmidos, a água presente nesses alimentos atravessava a parede da embalagem. Para sanar o problema, a pesquisadora utilizou álcool polivinílico juntamente com o bagaço de mandioca para a composição da embalagem, com isso, o problema foi sanado.

Para Rodrigues et al (2017), o resíduo da agroindústria foi utilizado na cozinha. Foi realizado uma pesquisa quantitativa para saber qual era a aceitação e como ficariam cookies formulados através de bagaço de mandioca, que substituiu a farinha de trigo. Os resultados obtidos no trabalho, foram uma boa aceitação por parte do público, com

recorrência em compras desse biscoito, sem afetar características físicas como: cor, cheiro, gosto. Demonstrando assim, viabilidade no produto gerado.

No estudo de Lengowski et al. (2019), teve como objetivo produzir nano celulose através do bagaço de mandioca pelo processo de microfibrilamento. O processamento foi efetuado no Microprocessador Super Masscolloider Masuko Sangyo com 15 passes a 10% de consistência e 1500 rpm de rotação. A análise da morfológica após processamento da fibra foi realizada por microscopia eletrônica de transmissão. Em seu resultado, foi possível a produção de nanocelulose de 12 nm de diâmetro de média.

Segundo o estudo de Souza et al (2012), o bagaço de mandioca para a obtenção de ração inicial, de 1 a 21 dias de vida, para frangos de corte, com uma inclusão de 4,84% de bagaço de mandioca, gera um elevado ganho de peso para as aves, por conta do seu alto teor de Carbono. Já para os frangos com fase de crescimento avançada, pode-se usar a até 20% de bagaço de mandioca para a obtenção de rações sem que prejudique o crescimento das aves.

Para Gonçalves (2016), a produção de etanol a partir de um hidrolisado de bagaço de mandioca mostrou-se possível, em escala de laboratorial, ficando evidenciada a capacidade de fermentação do xarope de glicose obtido pela hidrólise do bagaço de mandioca empregada neste estudo.

É evidente que a utilização do bagaço de mandioca na indústria, vai muito além apenas para a fabricação de farinhas de mandioca ou rações para animais. A sua vasta destinação no cenário do agronegócio, em especial na produção de embalagens biodegradáveis é o carro chefe para a sua prestabilidade nos pós indústria, pois diminui a produção de isopor e plásticos e reutiliza um resíduo que poderia ser descartado no meio ambiente, gerando assim um agravamento maior da situação.

4.4 LODO DE FLOTADOR DE ABATEDOURO DE AVES

4.4.1 Caracterização do lodo de flotador

A Tabela 8 representa a caracterização do lodo de flotador de um abatedouro de aves no oeste paranaense.

Tabela 8 - Caracterização do lodo de flotador

Parâmetro	Unidade	Valor
pH	Unidade de pH	5,5
Umidade	% em matéria natural	68,15 ± 5,67
Matéria Orgânica	% em matéria natural	91,02 ± 0,10
Carbono	% dos ST	45,51 ± 0,05
Nitrogênio	% dos ST	6,16 ± 0,1
Relação C/N	Adimensional	7,39

Fonte: Autoria própria (2023)

Em comparação com Garcia (2016), o pH da amostra da literatura, é maior comparado a amostra utilizada neste trabalho, de valor 7,3. O aumento do valor de pH é devido a maior concentração de elementos alcalinos, como sódio, cálcio e magnésio, concentração essa favorecida pela crescente volatilização dos elementos hidrogênio, oxigênio e nitrogênio através da pirólise (SOUSA, 2015). Já os níveis de umidade dos trabalhos em questão foram muito semelhantes, sendo eles, $68,15 \pm 5,67$ para o presente trabalho e 65 ± 0 para Garcia (2016). Em contrapartida, a pesquisa de Araujo (2021), obteve resultados de 5,27 e 5,24, para amostra 1 e 2 de pH, de um lodo de flotador, respectivamente. Sendo assim, valores semelhantes a pesquisa em questão.

O valor determinado para a concentração de carbono e matéria orgânica, chamam atenção por serem quantidade relevante de alto valor da amostra, isso prova que o seu resíduo tem grande importância econômica. Para valores de nitrogênio, não foram encontradas pesquisas para a realizar a comparação.

4.4.2 Formas de aproveitamento e destinação do lodo de flotador

Segundo a EMBRAPA (2021), no Brasil a prática do reuso do lodo de flotador tratado para a obtenção de farinhas como alimento para a produção de animais de corte, já é consolidada e disseminada pelas indústrias do país, o que traz diversas vantagens econômicas para o processo. O processo é vantajoso também para os animais, que ao começarem a ingerir a farinha (ração) aumentaram seu ganho de peso e eficiência alimentar, trazendo ganho para os produtores (BELLAYER, 2022).

Para Damaceno et. al. (2019), outros destinos comuns para esses resíduos no Brasil são os aterros, usinas de compostagem, e produção de biogás por codigestão anaeróbica. Devido ao fato de a temperatura durante a decomposição não ser suficiente

para eliminar esporos e bactérias presentes, e mesmo que existem diversos aterros pelo Brasil, é a opção menos indicada e mais poluente para o descarte de resíduos (FEISTEL, 2011).

No estudo de Garcia (2016), foi realizada uma pesquisa acerca do uso do resíduo do lodo de flotador para a obtenção de biochar. O biochar é um produto rico em carbono, obtido quando uma biomassa ou material orgânico sofre decomposição térmica sob oferta limitada de oxigênio (LEHMANN; JOSEPH, 2009). O composto difere do carvão devido ao uso, tendo como principal finalidade sua aplicação no solo com o objetivo de melhorar suas propriedades físicas, químicas e biológicas (CONZ, 2015). Os resultados da pesquisa da autora mostraram que é possível o uso do lodo de flotador para a produção de biochar, o biochar produzido com o lodo, teve um rendimento de 38,12% maior, do que o biochar proveniente de outras matérias-primas.

Para Ferreira (2016), foi possível identificar seu potencial como fonte de energia em processos de geração de energia térmica e a sugestão da incorporação de até 10% em peso de lodo flotado (base seca) como limite para o reaproveitamento da biomassa conseguindo dessa forma aumento da potência térmica nominal do sistema em aproximadamente 2%.

Diante do exposto, é condizente dizer que o lodo flotador possui características marcantes, como a alta concentração de carbono presente no resíduo, que o faz ser reaproveitado na obtenção de biocombustíveis, rações para animais e como matéria prima para fabricação do biochar, que é um rico composto orgânico utilizado na indústria do agronegócio.

5 CONCLUSÃO

A partir da caracterização das amostras e revisão de literatura feita para uma melhor compreensão do que pode ser feito com esses resíduos agroindustriais, é notório que esses resíduos industriais podem ser destinados para a obtenção de novos produtos, por serem de baixo custo para a compra e conterem em sua composição alto teor de carbono ou nitrogênio em sua base. A reutilização dos resíduos é de extrema importância ambiental para que diminua a exploração sobre a terra e a poluição e destruição do meio ambiente. Outro fator que deve ser levado em consideração é que normalmente os valores

para se adquirir esses resíduos são de baixo custo, dando assim, uma opção mais viável financeiramente para as empresas sem perder a qualidade do produto.

REFERÊNCIAS

- ABREU, E. F. **Novo paradigma na gestão ambiental: produzir sem degradar**. Secretaria de Estado de Educação do Mato Grosso (publicado em 31/03/2006). Acesso em: 01 fev de 2023.
- ANDRADE, R. O. B.; TACHIZAWA, T.; CARVALHO, A. B. de. **Gestão Ambiental**. São Paulo: Pearson Makron Books, 2002, 225p.
- ARAUJO, T. M. S. **Anaerobic co-digestion of fresh sludge from a flotation unit and poultry slaughterhouse wastewater and its potential for biogas production**. 2022. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – Paraná, 2022.
- ASCHERI, D. P. R.; BURGER, M. C. DE M.; MALHEIROS, L. V.; OLIVEIRA, V. N. (UNUCET/UEG) (2007): **Curvas de secagem e caracterização de hidrolisados de bagaço de cevada**. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/10/10-380-261.htm>, Acesso em 20 fev. 2023.
- BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos, instrumentos**, S. Paulo: Ed. Saraiva, 2004, 328 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 166 de 12 de abril de 1977. **Padronização, classificação e comercialização do Malte cervejeiro ou cevada malteada para fins cervejeiros**.
- BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen - Total. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. (Ed.). **Methods of soil analysis: part 2: chemical and microbiological properties**. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy, 1982. p. 595-624.
- CAMARGO K. F.; LEONEL M.; MISCHAN M. M. Produção de biscoitos extrusados de polvilho azedo com fibras: efeito de parâmetros operacionais sobre as propriedades físicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n. 3, p. 586-591, 2008.
- CANILHA, L.; CARVALHO, W.; ROCHA, G. J. M.; ALMEIDA, E.; SILVA, J. B.; GIULIETTI, M. **Caracterização do bagaço de cana-de-açúcar in natura, extraído com etanol ou ciclohexano/etanol**. In: ABQ - RN, 2007, Natal. Anais eletrônicos... Natal: ABQ - RN, 2007. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/11/11-570-713.htm>>. Acesso em: 05 fev. 2023.
- CARDOSO, C. E. L. **Restrições à melhoria da competitividade da cadeia agroindustrial de fécula de mandioca**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMF, 2004.

CARVALHO, A. H. S.; DOS SANTOS, C. A.; FARAH, S. P. dos S.; FARAH, A. F. **Influência da umidade do bagaço da cana-de-açúcar no sistema de cogeração de energia.** SITE EM MANUTENÇÃO, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 445–456, 2019. DOI: 10.33635/sitefa.v2i1.48. Disponível em: <https://sitefa.fatecertaozinho.edu.br/sitefa/article/view/48>. Acesso em: 12 fev. 2023

CARVALHO MATOS, W.E. C.; SILVA, H.J.B.; PAZ, G.M., et al., Utilização de cinzas do bagaço de cana-de-açúcar como material de preenchimento estrutural ou pozolânico para a produção de argamassas cimentícias: uma revisão, Revista Matéria, v.26, n.4, 2021.

CASTRO, L. B. N.; OLIVEIRA, L. A.; MOREIRA, R. F.; MURTA, R. M. Bagaço da cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. **Pubvet**, v. 2, n. 30, 2008.

CELUS, I. BRIJS, K. DELCOUR, J. Enzymatic hydrolysis of brewers' spent grain proteins and technofunctional properties of the resulting hydrolysates. J Agric Food Chem. 2007 Oct 17;55(21):8703-10.

CERVBRASIL. **Dados do setor cervejeiro nacional.** 2023. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/dados-do-setor/. Acesso em: 06 fev. 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Série Histórica das Safras.** Brasília: 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 05 fev. 2023.

CONAB. **Produção de cana-de-açúcar cresce 4,4% e pode chegar a 598,3 milhões de toneladas na safra 2022/23.** 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4874-producao-de-cana-de-acucar-cresce-4-4-e-pode-chegar-a-598-3-milhoes-de-toneladas-na-safra-2022-23#:~:text=O%20terceiro%20levantamento%20da%20safra,anunciado%20em%20agosto%20deste%20ano>. Acesso em: 03 fev. 2022.

CUETOS, M. J.; MARTINEZ, E. J.; MORENO, R.; GONZALEZ, R.; OTERO, M.; GOMEZ, X. **Enhancing anaerobic digestion of poultry blood using activated carbon.** 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090123216301096>. Acesso em: 07 fev. 2023.

DAMACENO, Felipe Martins. **Composting organic waste from the broiler production chain: 41 a perspective for the circular economy.** A perspective for the circular economy. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652621038944>. Acesso em: 12 fev. 2023.

DELMAS, M.A.; TOFFEL, M.W. **Organizational responses to environmental demands: opening the black box.** Strategic Management Journal, v.29, n.10, p.1027-1055, 2008.

DERAL. **Boletim Semanal** – 35/2022. 2022. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2022-09/boletim_semanal_35_deral_22_setembro_2022.pdf. Acesso em: 07 fev. 2023.

DIAS, M. O. S.; MACIEL FILHO, R.; MANTELATTO, P. E.; CAVALETT, O.; ROSSELL, C. E. V.; BONOMI, A.; LEAL, M. R. L. V. Sugarcane processing for ethanol and sugar in Brazil. **Environmental Development**, v. 15, p. 35 – 51, 2015.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

DRAGONE, S. I. M.; ROBERTO, I. C. Bagaço de malte de cerveja. In: LIMA, U. A. (Coord.). *Matéria prima dos alimentos*. São Paulo: Blücher, 2010. [s.p.].

EMBRAPA. **Estatísticas CIAS**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-eaves/cias/estatisticas>. Acesso em: 07 fev. 2023.

FEISTEL, J. C. 2011 **Tratamento e destinação de resíduos e efluentes de matadouros e abatedouros**. Trabalho Acadêmico (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67o/semi2_011_2c.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2023.

FERNANDES, A. I. **Aproveitamento de bagaço de cana-de-açúcar para a produção de lacase por *Pleurotus ostreatus***. 2016. 44 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

FERREIRA, A. **Estudo de viabilidade técnica e econômica da utilização do lodo flotado proveniente do tratamento de efluentes de um frigorífico de aves como biomassa para produção de vapor**. 2016. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Bioprodutos Agroindustriais, UFPR, Palotina, 2016.

FIGUEIREDO, P.G.; TANAMATI, F.Y. Adubação orgânica e contaminação ambiental. **Revista Verde**, v.5, n.3, p.1-4, 2010.

FILHO, S. L. S. C. **Avaliação do resíduo de cervejaria em dietas de ruminantes através de técnicas nucleares e correlatas**. 1999. 68p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 1999.

FILLAUDEAU, L.; BLANPAIN-AVET, P.; DAUFIN, G. Water, wastewater and waste management in brewing industries. *J. C. Prod.*, v. 14, p. 463-471, 2006.

FIORDA, F. A.; SOARES JÚNIOR, M. S.; DA SILVA, F. A.; SOUTO, L. R. F.; GROSSMANN, M. V. E. 2013. Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Disponível em: 43:408-416. Acesso em: 07 fev. 2023.

FREITAS, Carlos Felipe. **Produção de cevada no Paraná ganha expansão**. 2022. Disponível em: <https://catalisi.com.br/producao-de-cevada-parana-crescimento-2022/>. Acesso em: 04 fev. 2023.

GARCIA, Natalia Nunes. **Uso do lodo de flotor de abatedouro de aves na produção de biochar**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Departamento acadêmico de ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

GOLDIN, A. **Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils**. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.*, 18:1111-1116, 1987.

GONÇALVES, L. G. **Produção de amilases de *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* e hidrólise enzimática do bagaço de mandioca visando a produção de etanol por *Shaccharomyces cerevisiae***. Rio Claro, 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista, 2016.

GRADIN, A. M. N.; COSTA, P. S. N. **Reciclagem dos resíduos sólidos na construção civil**. Universidade Católica do Salvador. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/download/RESIDUOS/leitura%20anexa%202.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2023.

GRADIN, et al. **Reciclagem dos resíduos sólidos na construção civil**. Universidade Católica do Salvador. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/download/RESIDUOS/leitura%20anexa%202.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2023.

GREGORI, A., ŠVAGELJ, M., PAHOR, B., BEROVIČ, M., & POHLEVEN, F. (2008). The use of spent brewery grains for *Pleurotus ostreatus* cultivation and enzyme production. **New Biotechnology**, 25(2–3), 157–161.

HERRERA, C. A.; ROSILLO, M. E.; GARCÍA, A. Separação de farinha de mandioca em um ciclone inverso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 5, p. 515–520, 2007.

IKRAM, S., HUANG, L. Y., ZHANG, H., WANG, J., & YIN, M. (2017). **Composition and Nutrient Value Proposition of Brewers Spent Grain**. *Journal of Food Science*, 82(10), 2232–2242. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13794>

JASKO, A. C., ANDRADE J., CAMPOS P. F., PADILHA L. P., PAULI R. B., QUAST L. B., SCHNITZLER E., DEMIATE I. M. **Caracterização físico-química de bagaço de mandioca in natura e após tratamento hidrolítico**. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 05, p. 427-441, 2011.

JEON, Y. W.; KANG, J-W.; KIM, H.; YOON, Y-M.; LEE, D-H. **Unit mass estimation and characterization of litter generated in the broiler house and slaughter house**. *International Biodeterioration and Biodegradation*, v. 85, p. 592–597, 2013.

KIEHL, E J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres. Acesso em: 22 fev. 2023, 1985.

LAINÉ, C., KEMPPAINEN, K., KUUTTI, L., VARHIMO, A., ASIKAINEN, S., GRÖNROOS, A., MÄÄTTÄNEN, M., BUCHERT, J., HARLIN, A. (2015). **Extraction**

of xylan from wood pulp and brewer's spent grain. Industrial Crops and Products, 70, 231–237.

MAPA, 2021. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2021/08/mercado-cervejeiro-cresce-no-brasil-e-aumenta-interesse-pela-producao-nacional-de-lupulo-e-cevada>>. Acesso 05 fev. 2023.

MELLO, L. R. P. F.; VERGÍLIO, R. M.; MALI, S. **Caracterização química e funcional do resíduo fibroso da indústria cervejeira.** Biochemistry and Biotechnology Reports, Londrina, v. 2, n. 3, p. 191-194, 2013. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/bbr/article/view/15746>. Acesso em: 08 fev. 2023

MUSSATTO, S. I.; DRAGONE, G.; ROBERTO, I. C. **Brewers' Spent Grain: Generation, Characteristics and Potential Applications.** Journal Of Cereal Science, V.43, N. 1, P. 1-14, 2006.

NETO, D. V. **Estudo da pirólise de lodo sanitário, visando sua valorização energética.** 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

ONOFRE, S. B., BERTOLDO, I. C., ABATTI, D., REFOSCO, D. (2017). **Physiochemical Characterization of the Brewers' Spent Grain from a Brewery Located in the Southwestern Region of Parana - Brazil.** International Journal of Environm 2017.

OZDEMIR, S. S. A.; OZDEMIR, S.; DEDEC, C. **Investigation of poultry slaughterhouse waste stream to produce bio-fuel for internal utilization.** 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148122003974#bib1>. Acesso em: 12 fev. 2023.

PEDRO, R. L. **Aproveitamento do Bagaço de Cana-de-Açúcar para produção de Cimento Portland de Cinzas Volantes,** trabalho de licenciatura, abril, 2022.

PELIZER, L. H.; PONTIERI, M. H.; MORAES, I. de O. **Utilização de Resíduos Agro-Industriais em Processos Biotecnológicos como Perspectiva de Redução do Impacto Ambiental.** Journal of Technology Management & Innovation, vol. 2, no. 1, p. 118–127, 2007.

Perfil da indústria. 2021. **Setor canaveeiro no Paraná.** Disponível em: <https://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/pr>. Acesso em: 05 fev. 2023.

PESSÔA, A. **Agricultura.** Brasília: MRE, 2009. Disponível em: <http://www.brazil.guide.com.br/port/economia/agric/apresent/index.php> Acesso em: 05 fev. 2023

PIRES, A.M.M.; MATTIAZZO, M.E. **Avaliação da viabilidade do uso de resíduos na agricultura**. Circular Técnica, n.8, p.1-9, 2008.

POELMANS, E.; SWINNEN, J.F.M. **A Brief Economic History of Beer**. In <http://fds.oup.com/www.oup.com/pdf/13/9780199693801.pdf>, acessado em 05 fev. 2023.

PONCE, T. P.; RIBEIRO, M. R.; TELLES, T. S. **Dinâmica espacial da produção de mandioca no Paraná, Brasil**. Revista franco-brasileira de geografia, n. 48, dez. 2020.

RABELO, M. H. S.; SILVA, E. K.; PERES, A. de P. Análise de modos e efeitos de falha na avaliação dos impactos ambientais provenientes do abate animal: engenharia sanitária e ambiental. **Engenharia sanitária e ambiental**. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/gHGWdp3DmhgGnKRK6Ljhc6x/?format=pdf>. Acesso em: 07 fev. 2023.

RAJ, D.; ANTIL, R. S. **Evaluation of maturity and stability parameters of composts prepared from agro-industrial wastes**. *Bioresource Technology*, v. 102, n. 3, p. 2868-2873, 2011.

RESENDE, F. L. P. **Comparação entre as técnicas de análise termogravimétrica e leito fluidizado para pirólise de biomassa**. 2003. 135 f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia Mecânica, Unicamp, 2003.

RESTREPO, J. C. **Anaerobic co-digestion of sludge cake from poultry slaughtering wastewater treatment and sweet potato: Energy and nutrient recovery**. *Renewable Energy*, v. 133, p. 489-499, 2019.

ROCHA, G. J. M.; NASCIMENTO, V. M.; GONÇALVES, A. R. G.; SILVA, V. F.N.; MARTÍN, C. **Influence of mixed sugarcane bagasse samples evaluated by elemental and physical-chemical composition**. *Industrial Crops and Products*, v. 64, p. 52 – 58, 2015.

RODELLA, A.A.; ALCARDE, J.C. **Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes**. *Sci. Agric.*, 51:556-562, 1994.

RODRIGUES, J. P. M.; CALIARI, M.; ASQUIERI, E. R. **Caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de farelo de mandioca**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 12,p.

SANTANA, J.; SOUZA, S. O. **Subprodutos da cana-de-açúcar**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10(119): 22-27, nov. 1984.

SANTOS, P. S.; SOLIDADE, L. S.; SOUZA, J. G. B.; LIMA, G. S.; BRAGA Jr, A. C; R. de ASSIS, F. G. V.; LEAL, P. L. **Fermentação em estado sólido em resíduos agroindustriais para a produção de enzimas: uma revisão sistemática**. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, v. 4, n. 2, 2018.

SENA, R. F. **Avaliação da biomassa obtida pela otimização da flotação de efluentes da indústria de carnes para geração de energia**. 2009. 83 f. Tese (Mestrado em Engenharia Química) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. Disponível em: 11.3459/S15681-36862011000100S1 . Acesso em: 07 fev. 2023.

SILVA et al. **Utilização do bagaço de malte da indústria cervejeira como substrato para produção de pectinase por cogumelos brazilian** *Journal of Animal and Environmental Research*, Curitiba, v.4, n.4, Disponível em: p.5042-5060out./dez. 2021. Acesso em: 07 fev. 2023.

SILVA, E. K.; PERES, A. de P. **Análise de modos e efeitos de falha na avaliação dos impactos ambientais provenientes do abate animal: engenharia sanitária e ambiental**. Engenharia sanitária e ambiental. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/gHGWdp3DmhgGnKRK6Ljhc6x/?format=pdf>. Acesso em: 07 fev. 2023.

WANG, C., et al. **Comparative assessment of waste cooking, chicken waste and waste tire biodiesel blends on performance and emission characteristics**. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236122007189>. Acesso em: 07 fev. 2023.

WOLTERS, N., SCHABRONATH, C., SCHEMBECKER, G., MERZ, J. (2016). **Efficient conversion of pretreated brewer's spent grain and wheat bran by submerged cultivation of *Hericium erinaceus***. *Bioresource Technology*, 222, 123–129. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.09.121> Acessado 05 fev. 2023.

ZANOTTO, Dirceu L. et al. **Flotado de efluentes de frigorífico de suínos e aves - 1. Composição química**. Comunicado Técnico 440. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2006. Acesso em: 12 fev. 2023.

ZUCCONI, F. & BERTOLDI, M. Composts specifications for the production and characterization of composts from municipal solid waste. In: DE BERTOLDI, M.; FERRANTI, M.P.; L'HERMITE, P. & ZUCCONI, F., eds. **Compost: Quality and use**. London, Elsevier Applied Science, 1987. p.30-50.