



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



GERAÇÃO DE BIOMETANO POR MEIO DA CASCA DE TRIGO: UM ESTUDO DE CASO

MURILO GRATZ GALLETTI – murilo.gratz111@gmail.com
CENTRO UNIVERSITÁRIO SALESIANO - UNISALES

JEAN CARLOS VIEIRA INACIO – jeancarlos.vieira027@gmail.com
CENTRO UNIVERSITÁRIO SALESIANO - UNISALES

WAGNER TELES SILVA – wagnerteles1995@gmail.com
CENTRO UNIVERSITÁRIO SALESIANO - UNISALES

CUSTÓDIO TONETI DA SILVA SANTOS – toneticustodio760@gmail.com
CENTRO UNIVERSITÁRIO SALESIANO - UNISALES

FELIPE ZANELATO COELHO – fzc.0019@gmail.com
CENTRO UNIVERSITÁRIO SALESIANO - UNISALES

ÁREA: 9. ENGENHARIA DA SUSTENTABILIDADE

SUBÁREA: 9.7 – DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

RESUMO: O ARTIGO DISCUTE A VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE BIOMETANO A PARTIR DA CASCA DE TRIGO EM UMA INDÚSTRIA PRODUTORA DE FARINHA DE TRIGO. O PROBLEMA ABORDADO É SE A PRODUÇÃO DE BIOMETANO SERIA MAIS VANTAJOSA FINANCEIRAMENTE EM COMPARAÇÃO À VENDA DA CASCA DE TRIGO PARA GRANJAS. UTILIZANDO UMA METODOLOGIA QUANTITATIVA, FORAM ANALISADOS DADOS DA PRÓPRIA EMPRESA, COMO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA, QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS E CUSTOS ENVOLVIDOS. OS RESULTADOS MOSTRARAM QUE A EMPRESA GERA APROXIMADAMENTE 10.169,9 KG DE RESÍDUOS DE CASCA DE TRIGO MENSALMENTE, RESULTANDO EM CERCA DE 2.033,96 KWH DE ENERGIA ELÉTRICA POR MÊS, O QUE REPRESENTA 0,47% DA DEMANDA ENERGÉTICA DA INDÚSTRIA. PARA ATENDER À DEMANDA ENERGÉTICA COMPLETA, É NECESSÁRIO COMPLEMENTAR COM GÁS ADICIONAL, RESULTANDO EM UM CUSTO MENSAL DE R\$ 147.431,00. O CUSTO PARA TRANSFORMAR O BIOMETANO EM ENERGIA ELÉTRICA É DE R\$ 0,19 POR KWH, TOTALIZANDO R\$ 81.428,60 MENSAIS. COMPARADO COM O FORNECIMENTO DE ENERGIA PELO AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO REGULADA (ACR), O BIOMETANO ECONOMIZA CERCA DE R\$ 64.540,40 MENSAIS. CONCLUIU-SE QUE A PRODUÇÃO DE BIOMETANO É FINANCEIRAMENTE VANTAJOSA EM RELAÇÃO AO FORNECIMENTO DE ENERGIA PELO ACR, ECONOMIZANDO ATÉ R\$ 774.484,80 ANUALMENTE, PORÉM, APRESENTA UM PREJUÍZO MENSAL DE R\$ 6.175,30 QUANDO COMPARADA À VENDA DA CASCA DE TRIGO PARA GRANJAS.

PALAVRAS-CHAVES: BIOMETANO; SUSTENTABILIDADE; VIABILIDADE FINANCEIRA.

1. INTRODUÇÃO

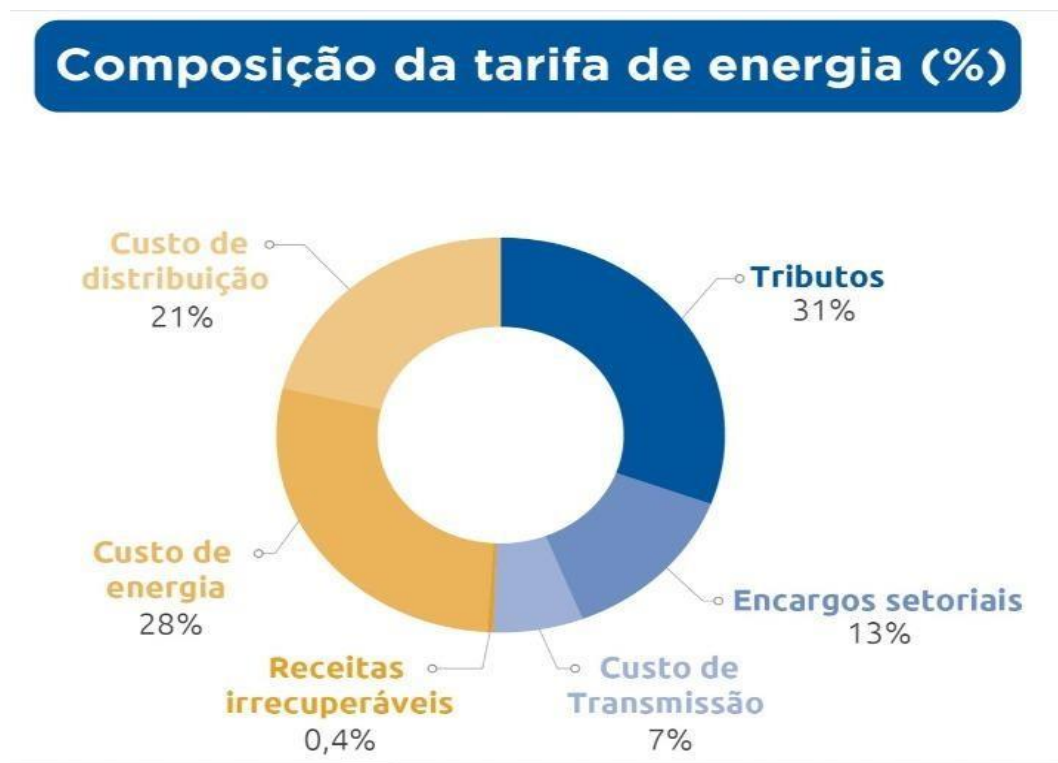
O biometano é um produto derivado do biogás. O biogás, é obtido através de um processo de decomposição anaeróbica (onde há ausência de oxigênio), e as principais matérias decompostas são de origem de resíduo orgânico. O biometano por sua vez, é obtido através de um refinamento do biogás para a obtenção de gás sulfídrico, dióxido de carbono e umidade. Com o refinamento, é possível realizar a queima desse gás por meio de motores geradores de energia, para então produzir energia elétrica.

O biometano ainda traz como benefício o imenso potencial para descarbonizar os sistemas de energia elétrica, com um resultado 15% superior que os outros meios alternativos ofertados de geração de energia elétrica (ORIZON, 2023). Além disso, ele também pode apoiar o crescimento de outras fontes renováveis, como a solar e a eólica (IEA, 2020).

Em relação ao biometano, em 2021 haviam três usinas em funcionamento, que produziram 330 mil metros cúbicos por dia (GOV, 2021). No fim de janeiro de 2024, haviam 20 usinas de biometano espalhadas por todo o país, sendo capazes de gerar cerca de 1 milhão de m³ por dia. Segundo Campos Jr. (2024) “A estimativa é de que a produção de biometano salte em 600% até 2029” (CAMPOS JR., 2024).

A energia elétrica para as indústrias é predominantemente fornecida atualmente através de contratos no Ambiente de Contratação Regulada (ACR). Nesse sistema, os consumidores obtêm contratos por meio de distribuidoras de energia, que repassam os custos através da Tarifa Energética, parte da Tarifa do Uso do Sistema de Distribuição – TUSD (SANTOS; SILVA, 2023). Em agosto de 2021 a tarifa média cobrada do consumidor locado no mercado cativo foi de R\$ 684,77 por mWh. Segundo a ANEEL, 44% desse custo é ligado diretamente a encargos e impostos incidentes no fornecimento de energia por meio de hidrelétricas, como mostra o gráfico na Figura 1:

FIGURA 1 – Tarifa média de energia elétrica.



Fonte: ANEEL (2021).

Além dos altos encargos e tributos incidentes no Ambiente de contratação Regulada, é visto também uma alta volatilidade ao longo do tempo devido à fatores relacionados à produção de energia elétrica. Dentro desses exemplos, pode-se relacionar a causa da volatilidade com as próprias características da matriz energética (Hidrelétrica).

Em um estudo feito em 2021, nove em cada dez empresários consultados pela CNI dizem que estão preocupados com as possíveis volatilidades que ocorrerão, sendo as maiores preocupações o aumento do custo da energia (83%), o racionamento de energia elétrica (63%) e a possibilidade de instabilidade ou interrupções no fornecimento de energia (61%) (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2021).

Visando reduzir os custos com energia elétrica em uma indústria produtora de farinha de trigo, foi analisado por meio de estudo de caso, a viabilidade de substituir a venda da casca de trigo (subproduto do processo produtivo principal) para consumo de animais de granja, praticada atualmente, pela utilização dessa casca e demais materiais orgânicos não aproveitados no processo de produção para realizar a produção do biometano e então utilizá-lo como fonte de energia no processo de produção.

No presente trabalho, foi analisado primeiramente a viabilidade em substituir a operação hoje feita (venda da casca do trigo para granjas) por produzir energia elétrica a partir

da decomposição do subproduto para obtenção de biometano. A segunda etapa deu-se com o comparativo de custos e retorno financeiro entre continuar utilizando energia fornecida por meio de contratos do ambiente de contratação regulada (ACR), e começar a utilizar o biometano como fonte de energia elétrica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Sganzerla *et al.* (2022), que avaliou a possibilidade da utilização do grão gasto da cervejaria (BSG)/ bagaço de cevada para geração de biogás, é possível utilizar esses resíduos, chamados de "lignocelulósicos", para a geração do biogás, e consequentemente biometano a partir de sua purificação (SGANZERLA *et al.*, 2022).

Segundo o estudo de Ferreira (2020), que realizou a Avaliação do Potencial de Produção de Biogás e Energia a partir de Resíduos Agrícola no Paraná, o trigo possui um ótimo aproveitamento em relação ao potencial energético de geração de biocombustível, biomassa e biogás através do resíduo orgânico. Dentro da safra de 2018/2019 no Paraná, a quantidade de resíduos orgânicos gerados resulta em um potencial energético de 248.231 GJ. O trigo está em 3º lugar no ranking de melhor aproveitamento de potencial energético, sendo capaz de gerar cerca de 18.605 GJ (FERREIRA, 2020).

Segundo Flores (2010), Antes de qualquer tomada de decisão dentro de uma empresa é preciso que se tenha as devidas informações para se saber se o investimento será viável financeiramente (FLORES, 2010). Segundo Santos (2018):

Investimento representa a aplicação de recursos em ativos. O investimento é um gasto ativado, dada a sua característica de geração de benefícios, ou seja, é o emprego de recursos com a finalidade de obtenção, direta ou indiretamente, de um lucro, imediato ou futuro (SANTOS, 2018, p. 22).

A intensificação das atividades humanas nas últimas décadas tem gerado um acelerado aumento na produção de resíduos sólidos urbanos (lixo), tornando-se um grave problema para as administrações públicas e para a sociedade. (FIGUEIREDO, 2011).

A produção de trigo no Brasil vem sendo ascendente ano após ano. Com isso, é de extrema importância realizar a destinação prévia para tratamento destes resíduos. Segundo a Associação Brasileira da Indústria do Trigo (ABITRIGO, 2023), na safra 2023-2024, o plantio de trigo deve chegar a 3,465 milhões de hectares. Isso mostra um crescimento de 5,1% frente a safra anterior, que fechou em cerca de 3,297 milhões de hectares.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente trabalho é quantitativa. Foram obtidos, através de estudo de caso, dados e informações que tornaram possível analisar a viabilidade financeira e comparar o retorno financeiro de duas atividades para então decidir se é viável a substituição da venda da casca de trigo ou utilização dela para produção de biometano convertendo-o em energia elétrica.

A empresa que o estudo tem enfoque é do ramo da indústria alimentícia, onde o principal produto comercializado é a farinha de trigo, que chega em sua matéria prima bruta, e é preciso realizar um processo de descascar o trigo e refiná-lo. Para não se perder nada, o resíduo da produção de farinha de trigo se torna então um subproduto, sendo vendida para a indústria agropecuária sendo utilizado como ração para animais. Por motivos mercadológicos, a empresa optou por não ter seu nome divulgado no presente estudo.

Os dados utilizados no estudo de caso foram retirados de registros da própria empresa. Dados como: média de consumo de energia elétrica, valor do preço da venda da casca de trigo para granjas, quantidade de casca de trigo (resíduos de produção) gerados mensalmente pela empresa, e outros.

Além disso, foi utilizado como base dois artigos anteriores e anuários relacionados ao tema para que fosse obtido informações sobre as etapas de obtenção do biogás, bem como do seu refinamento para obtenção do biometano. Destes artigos, também foram aproveitadas informações sobre a capacidade de geração de energia elétrica por cada quilo de biometano produzido e alguns dos custos envolvidos para transformar os resíduos em biometano. Além disso, foram obtidas informações repassadas de uma empresa especializada em tratamento dos resíduos para a obtenção do biogás, para mensurar o custo de transporte da matéria.

Para analisar os custos e a viabilidade financeira, foi realizada a análise dos dados coletados, catalogação de todos os custos envolvidos e posteriormente, realizado o comparativo de custos afim de obter informações sobre custo e retorno financeiro.

4. DESENVOLVIMENTO

Para o estudo de caso foi necessário a catalogação de todos os encargos envolvidos no fornecimento de energia elétrica, e o fornecimento via concessionária de energia. Para o fornecimento de energia por meio da geração de biometano, foi necessário analisar o custo unitário do metro cúbico de biometano produzido, e analisar o custo para transformar o biometano em energia elétrica. Os subtópicos a seguir descrevem os custos envolvidos em cada processo e servirão para a análise de custos feito ao final do estudo de caso.

4.1 Custos envolvidos no fornecimento de energia via ambiente de contratação regulada(ACR)

Para o estudo de caso, foi feito um processo de catalogação de todos os encargos envolvidos no fornecimento de energia elétrica, incluindo o fornecimento via concessionária. Esse tipo de fornecimento envolve a transmissão e distribuição de eletricidade, levando-a da fonte de geração (como uma hidrelétrica, considerada em nosso estudo) até o consumidor final.

Na localidade onde a empresa está situada, as tarifas de energia do grupo A3 - Alta Tensão, em 2024, estão em R\$ 0,27 por kWh, enquanto a Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição (TUSD) é de aproximadamente R\$ 0,39 por kWh, totalizando R\$ 0,66 por kWh na bandeira verde. Na bandeira amarela, que será adotada no presente estudo, há um acréscimo de R\$ 0,029 por kWh, resultando em um custo de R\$ 0,70 por kWh consumido.

Esses valores são definidos com base em premissas da ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, e a empresa fornecedora os repassa considerando custos locais, ressalvas e tributações vigentes.

4.2 Venda do farelo de trigo para granjas

Segundo dados fornecidos pela empresa fabricante da farinha de trigo, o farelo de trigo é repassado para as granjas do valor de R\$ 41,00 a unidade (saco de 30 kg). Dentro deste valor, o custo para remoagem, embalo e custos com mão de obra giram em torno de R\$ 21,32, mostrando uma margem de lucro de 52% (R\$ 19,68). Sendo assim, é visto que cada kg de subproduto gera para a empresa R\$ 0,66 quando repassado para as granjas, gerando lucro total de R\$ 6.712,13 mensais.

4.3 Premissas e valores iniciais adotados

Na empresa fabricante de farinha de trigo, foi retirado que a média de processamento diária de trigo está em cerca de 7823kg. Destes, cerca de 5% (391,15 kg) viram resíduo de produção (casca de trigo). Para alcançar este processamento diário, são consumidos 428.571,43kWh mensalmente de energia elétrica e cada kWh custa na faixa de R\$ 0,70 para a empresa, somando o valor de Tarifa de Energia e Tarifa do Uso do Sistema de Distribuição (TE).

No presente trabalho, para facilitar os futuros cálculos de custos do artigo foram considerados o valor fixo de R\$ 300.000,00 para realizar a análise de custos, sendo que em 6

meses a fatura de energia elétrica variou entre R\$ 278.000,00 e R\$ 300.000,00. Os dados obtidos foram organizados de acordo com a Tabela 1:

TABELA 1 – Dados e premissas.

Dados	Quantidade
Média diária de produção	7823kg
Quantidade de resíduos gerados diariamente	391,15kg
Quantidade de resíduo mensal	10.169,9 kg
kWh- Média diária	16.483,5kWh
KWh- Média mensal	428.571,43kWh
Valor do kWh para a empresa	R\$ 0,70
Valor da tarifa do ACR estipulado para nosso estudo de caso	R\$ 300.000,00

Fonte: Autoria própria - Dados fornecidos pela empresa (2024).

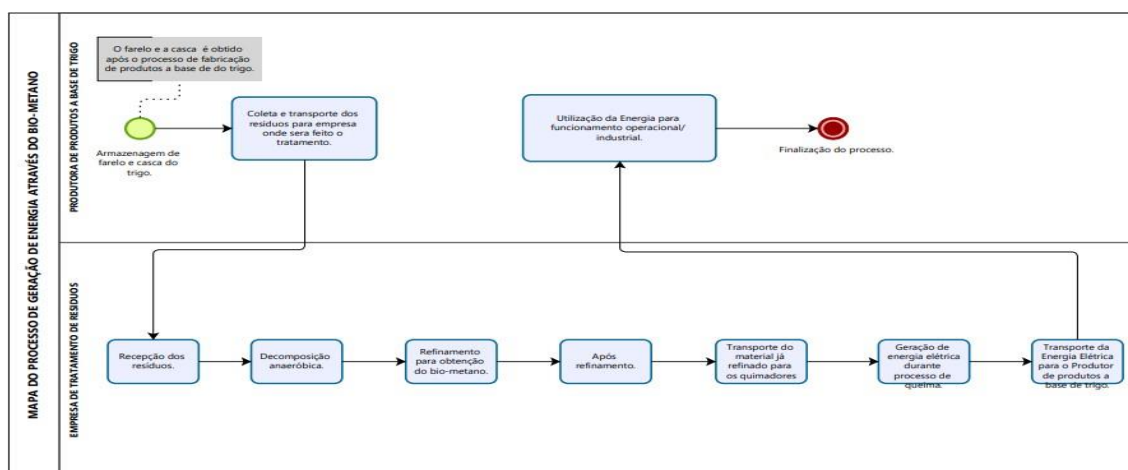
4.4 Custo de transformação do resíduo em biometano (subproduto)

Os custos do processo de transformação do resíduo em biometano foram obtidos de uma pesquisa realizada pela Empresa de Pesquisa Energética (2018). Para este estudo, a usina tem capacidade para receber cerca de 190 toneladas de resíduos por dia. Nessa pesquisa, foi estabelecido que a tarifa de equilíbrio, considerando uma taxa de 12% de custo de capital próprio para produzir biometano, é de R\$ 1,72 por m³ de biometano (Empresa de Pesquisa Energética, 2018).

Em primeiro lugar, para processar o resíduo e transformá-lo em biometano, ocorre o armazenamento do resíduo na empresa fabricante da farinha de trigo. Após essa etapa, é realizado o transporte do resíduo por meio de empresa parceira à usina geradora, e então os resíduos são alocados em “slots” de aterro sanitário e tampados, para ser realizado a decomposição anaeróbica.

Feito a decomposição anaeróbica, é iniciado a etapa de obtenção de biogás e o seu refino para transformação em biometano. Feito a transformação, o gás é transportado para os “queimadores”, que transformam o gás em energia elétrica. Com isso, a energia elétrica é transportada de volta à indústria produtora de farinha de trigo por meio das redes do sistema de distribuição convencional, como mostra no fluxograma na Figura 2:

FIGURA 2 – Fluxograma de descrição do processo de transformação do subproduto.



Fonte: Autoria própria (2024).

A partir de dados do Embrapa, temos que, para os vegetais, como a casca de trigo, cada 1 kg de resíduo é capaz de produzir 0,04 m³ de biogás (BARROS, 2021). A empresa fabricante de farinha de trigo gera 391,15 kg de resíduos diariamente, considerando somente 26 dias úteis por mês devido às paradas para manutenção e limpeza.

A indústria é capaz de produzir aproximadamente 10.169,9 kg de resíduos mensalmente, gerando cerca de 406,8 m³ de biogás. Com uma densidade média de 1,25 kg/m³ para o biogás, isso resulta em aproximadamente 508,49 kg de gás. Considerando que cada kg de gás queimado pode gerar 4 kWh de energia elétrica, a quantidade de resíduos gerados mensalmente pode produzir cerca de 2.033,96 kWh de energia. Isso representa apenas cerca de 0,47% da demanda de energia da indústria analisada no estudo de caso.

Para atender à demanda energética da empresa de farinha de trigo, o resíduo gerado por ela não é suficiente para torná-la autossuficiente em energia. Será necessário complementar com 106.636,51 kg de gás adicional. Com o custo de processamento do resíduo estabelecido em R\$ 1,72 por m³ de biometano gerado, isso resultará em um custo mensal de R\$ 147.431,00 para a empresa, com base no preço de venda do biometano do estudo de caso utilizado.

4.5 Custo de transformação do biometano em energia elétrica

Foi obtido por meio de um artigo científico realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que o valor para transformação do biometano em energia elétrica é de R\$ 0,19 por kWh. Considerando que a quantidade de energia demandada para a indústria em que está sendo realizado o estudo de caso é de 428.571,43 kWh, temos que essa etapa tem o custo

mensal total de R\$ 81.428,60.

4.6 Análise de custos

Feito toda a coleta de dados e custos envolvidos ao processamento do resíduo para obtenção do biometano e do custo para transformá-lo em energia elétrica, é possível comparar o custo deste meio de fornecimento de energia com o meio de fornecimento convencional, por meio de ambiente de contratação regulada, e a comparação do custo de produção do biometano com o lucro na venda do mesmo em forma de farelo para granjas.

Após apuração, foi constatado que o custo mensal para fornecer energia elétrica para a indústria através do biometano é de R\$ 235.459,6 (cf. Tabela 2). Portanto, o fornecimento de energia elétrica por meio do biometano economiza cerca de R\$ 64.540,40 mensalmente para a indústria produtora de farinha de trigo considerando o custo de R\$ 300.000,00 no fornecimento de energia por ACR. Em 1 ano, a economia comparada com o fornecimento de energia elétrica convencional, economiza um total de R\$ 774.484,80.

TABELA 2 – Comparativo de custos no fornecimento de energia elétrica.

Dados apurados	Valor
Custo mensal- Energia elétrica por ACR	R\$ 300.000,00
Custo mensal- Energia elétrica por biometano	R\$ 228.859,60
Custo mensal- Transporte do resíduo	R\$ 6.000,00
Economia no custo mensal com energia elétrica por meio de biometano	R\$ 64.540,40
Economia no custo anual com energia elétrica	R\$ 774.484,80

Fonte: Autoria própria (2024).

Pode-se afirmar que, quando é realizado o comparativo do custo de fornecimento de energia elétrica por meio do ambiente de contratação regulada, e por meio do biometano, o produto é resultado positivo. Já para a produção de biometano por meio da casca de trigo, em comparação com a venda da mesma como subproduto para consumo em granjas, são necessários 107.145 kg para movimentar a indústria. Atualmente, o lucro líquido por cada kg de farelo de trigo vendido na indústria está girando em torno de R\$ 0,66 centavos. Caso fosse realizado a venda, tornaria em um lucro mensal na venda de R\$ 70.715,70.

Para transformar o resíduo em biometano e transformar em energia elétrica, constataria-se uma economia mensal no custo com energia elétrica de R\$ 64.540,40 quando comparado com o custo de energia elétrica adotado para nosso estudo de caso, R\$ 300.000,00. Quando essa economia de custo com fornecimento de energia elétrica é comparada com o lucro gerado pela venda da casca de trigo, identifica-se prejuízo mensal podendo chegar até

R\$ 6.175,30 (cf. Tabela 3).

TABELA 3 – Saving e prejuízo gerado nos processos.

Tipo de dados	Valor
Lucro por kg na venda do farelo para granjas	R\$ 0,66
Lucro considerando venda de 107.145 kg de resíduo	R\$ 70.715,70
Saving gerado por fornecimento de energia elétrica por biometano frente ao ACR: (R\$ 300.000,00- R\$ 228.859,60)	R\$ 64.540,4
Prejuízo mensal gerado	-R\$ 6.175,30
Prejuízo anual gerado	-R\$ 74.103,60

Fonte: Autoria própria (2024).

5. CONCLUSÕES FINAIS

Com base nos dados analisados, é possível concluir que o custo para obtenção de energia elétrica por meio do biometano, quando comparado com a obtenção de energia elétrica por meio convencional, pode demonstrar uma economia dos recursos da empresa em R\$64.540,40. Entretanto, quando comparado a economia gerada com o valor de venda da casca de trigo, identifica-se que o lucro gerado por essa venda é de R\$ 70.715,70. Frente ao valor economizado de R\$ 64.540,40, é posto que a obtenção de energia por meio do biometano gera um prejuízo de R\$ 6.175,30 mensais para a empresa, tendo então um prejuízo anual de R\$ 74.103,60.

Foi comprovado também que, caso a empresa não lucrasse com a venda dos resíduos, a geração de energia elétrica por meio do biometano pode apresentar um saving anual de R\$ 774.484,80. É interessante também observar que utilizar energia elétrica gerada através de biometano é inovador, podendo atrair parceiros e investidores que irão gerar receitas e novas oportunidades não mensurados neste artigo.

Para próximos estudos, sugere-se que seja feito a análise da possibilidade de contratação de fornecimento de energia elétrica com uma empresa terceirizada, oferecendo o resíduo de produção/ subproduto “casca de trigo” como parte do pagamento do valor estabelecido em contrato para fornecimento de energia, como uma espécie de “permuta”, realizando o abatimento do valor do resíduo fornecido para a empresa terceirizada, fazendo assim o ciclo de vida correto para o material.

Recomenda-se, ainda, analisar a produção dessa energia em biodigestores apropriados para o processamento do resíduo em específico, e não em aterros sanitários com resíduos gerais. Dessa forma podem ser obtidos mais dados a respeito do processo, possibilitando estudar a viabilidade da implantação de um projeto deste tipo por empresas do setor.

REFERÊNCIAS

90% DOS empresários estão preocupados com a crise hídrica. **Portal da Indústria**. [S. l.], 10 ago. 2021. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/economia/90-dos-empresarios-estao-preocupados-com-a-crise-hidrica/>. Acesso em: 19 fev. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Resolução nº 686, 29 de junho de 2017. Estabelece as regras para aprovação do controle da qualidade e a especificação do biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto destinado ao uso veicular e às instalações residenciais, industriais e comerciais a ser comercializado em todo o território nacional. **Sistemas de Legislação**: ano 2022, n. 686, 1 nov. 2022. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-685-2017-estabelece-as-regras-para-aprovacao-do-controle-da-qualidade-e-a-especificacao-do-biometano-oriundo-de-aterros-sanitarios-e-de-estacoes-de-tratamento-de-esgoto-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes/>. Acesso em: 11 fev. 2024.

AMBIENTE de contratação livre: saiba como ele pode ser a solução para sua empresa economizar energia. **Grupo BC Energia**. [S. l.], 27 jan. 2022. Disponível em: <https://grupobcenergia.com.br/ambiente-de-contratacao-livre-saiba-como-ele-pode-ser-a-solucao-para-sua-empresa-economizar-energia/>. Acesso em: 14 fev. 2024.

ANEEL atualiza valores das tarifas de energia, com redução no Preço de Liquidação de Diferenças (PLD) para 2024. **Coprel**. [S. l.], 19 dez. 2023. Disponível em: <https://www.coprel.com.br/Blog/aneel-atualiza-valores-das-tarifas-de-energia-com-reducao-no-preco-de-liquidacao-de-diferencas-pld-para-2024/>. Acesso em: 12 fev. 2024.

ANUÁRIO estatístico de energia elétrica 2023. **Empresa de Pesquisa Energética**. [S. l.], mai. 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/anuario-factsheet.pdf/>. Acesso em: 14 fev. 2024.

BARROS, Talita Delgrossi. Biogás. Embrapa. [S. l.], 08 dez. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia/p-d-e-i/biogas/>. Acesso em: 18 fev. 2024.

BIOMETANO: o que é, as vantagens e por que é considerado a energia do futuro. Orizon. [S. l.], 06 jul. 2023. Disponível em: <https://orizonvr.com.br/biometano-o-que-e-as-vantagens-e-por-que-e-considerado-a-energia-do-futuro/>. Acesso em: 15 fev. 2024.

BRASIL avança no setor de biocombustíveis. Gov.br, Brasília, 12 jul. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/07/brasil-avanca-no-setor-de-biocombustiveis/>. Acesso em: 12 fev. 2024.

BULLER, Luz Selene. Ultrasonic pretreatment of brewers' spent grains for anaerobic digestion: Biogas production for a sustainable industrial development. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 355, 25 jun. 2022 DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131802>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652622014135/>. Acesso em: 03 mar. 2024.

CAMPOS, Pedro José Tancredi de. **Alternativa econômica para o fornecimento de energia elétrica da BABE mediante o Ambiente de Contratação Livre**. Orientador: Israel Cordeiro dos Santos Rocha. 2022. 11 f. TCC (Especialização) - Curso de Pós-graduação Lato Sensu em Liderança com Ênfase em Gestão, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: https://www.redebia.dirensri.fab.mil.br/Direns_RI/acervo/detalhe/89434?guid=1680739205967&returnUrl=%2FDirens_RI%2Fresultado%2Flistar%3Fguid%3D1680739205967%26quantidadePaginas%3D1%26codigoRegistro%3D89434%2389434&i=21/. Acesso em: 17 fev. 2024.

CAMPOS JR., Geraldo. Produção de biometano no Brasil deve crescer 600% até 2029. **Poder 360**. [S. l.], 04 fev. 2024. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/poder-energia/energia/producao-de-biometano-no-brasil-deve-crescer-600-ate-2029/>. Acesso em: 13 mar. 2024.

CERVI, Ricardo G., ESPERANCINI, Maura S. T. e Bueno, Osmar de C.. Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suínica para geração de energia

elétrica. **Engenharia Agrícola** [online]. 2010, v. 30, n. 5, pp. 831-844. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162010000500006>. Acesso em: 11 fev. 2024.

CUSTO da energia elétrica para indústria. Portal da Indústria, [S. l.], 17 nov. 2024. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/custo-da-energia-eletrica-para-industria/>. Acesso em: 12 fev. 2024.

COELHO, Suani Teixeira et al. (org.). **Tecnologias de Produção e Uso de Biogás e Biometano**. São Paulo: IEE-USP, 2018. E-book (218p.) color. ISBN: 978-85-86923-53-1. Disponível em: <https://gbio.webhostusp.sti.usp.br/sites/default/files/anexosnoticias/livro-tecnologias-producao-uso-biogas-biometano.pdf/>. Acesso em: 16 fev. 2024.

EMPRESÁRIOS se preocupam com efeitos da crise hídrica sobre o mercado de energia. **Portal da Indústria**. [S. l.], ago. 2021. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/ce-crise-hidrica/>. Acesso em: 15 fev. 2024.

ESTUDO sobre a carga de tributos e encargos do setor elétrico brasileiro. **PwC Brasil**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.pwc.com.br/pt/estudos/setores-atividade/energia/2022/estudo-sobre-a-carga-de-tributos-e-encargos-do-setor-eletrico-brasileiro.html/>. Acesso em: 15 fev. 2024.

ESTUDO sobre a Economicidade do Aproveitamento dos Resíduos Sólidos Urbanos em Aterro para Produção de Biometano. **Empresa de Pesquisa Energética**. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/estudo-sobre-a-economicidade-do-aproveitamento-dos-residuos-solidos-urbanos-em-aterro-para-producao-de-biometano/>. Acesso em: 14 fev. 2024.

FERREIRA, Márcia Eliana. **Avaliação do potencial de produção de biogás e energia a partir de resíduos agrícola no Paraná**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/26583/>. Acesso em: 20 fev. 2024.

LAVOURAS de trigo crescem 5,1% no Brasil na safra. Abitrito. [S. l.], 23 mar. 2023.

Disponível em: <https://www.abitrigo.com.br/lavouras-de-trigo-crescem-51-no-brasil-na-safra-2023-2024/>. Acesso em: 17 fev. 2024.

MARTINS, Victor et al. Aproveitamento energético de resíduos orgânicos: viabilidade técnica e econômica de usinas de biogás. Orientador: Silvana Diniz. 2022. 30 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, ANIMA Educação, Contagem, 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/37196/>. Acesso em: 17 fev. 2024.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos**. 10 São Paulo: Editora Atlas, 2010, 370 p.

MILANEZ, Artur Yabe; MAIA, Guilherme Baptista da Silva; GUIMARÃES, Diego Duque. Biogás: evolução recente e potencial de uma nova fronteira de energia renovável para o Brasil = Biogas: recent evolution and potencial of a new frontier for renewable energy in Brazil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 53, pp. 177-213, mar. 2021. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/20801/>. Acesso em: 7 fev. 2024.

MOURA, Livia Melo de. **Estudo teórico da viabilidade energética e econômica a partir da conversão de vinhaça a biogás produzida no Brasil**. 2022. 78 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Energia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2022. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/33611/>. Acesso em: 17 fev. 2024.

O PESO dos encargos e tributos no setor elétrico. **Enel Energia Livre**. [S. l.], 15 jan. 2021. Disponível em: <https://www.enelenergialivre.com.br/conteudos/o-peso-dos-encargos-e-tributos-no-setor-eletrico/>. Acesso em: 15 fev. 2024.

OLIVEIRA, V. Biogás x outros gases: qual a diferença entre glp, gn, gnv e biometano? **CIBIOGAS Energias Renováveis**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://cibiogas.org/blog/biogas-x-outros-gases-qual-a-diferenca-entre-glp-gn-gnv-e-biometano/>. Acesso em: 12 fev. 2024.

PAINI, Vinicius. **Geração de biogás a partir da utilização de resíduos orgânicos da indústria alimentícia do ramo de candies.** Orientador: Maria Cristina de Almeida da Silva. 2017. 88 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Engenharia Ambiental, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2017. Disponível em: <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/fa33fdd8-7b9f-4778-b31e-925e2ca5ef7e/content/>. Acesso em: 17 fev. 2024.

PASSAGLIA, Rúbia Carla. **Estudo de viabilidade econômica de grão de biogás para atender as necessidades de energia elétrica de uma unidade de suinocultura.** Orientador: Airton Kunz. 2019. 19 f. TCC (Especialização) - Curso de Especialista em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20488/2/estudogeracaonecessidadessuinocultura.pdf/>. Acesso em: 14 fev. 2024.

SANTOS, Matheus Raffael Ferreira; SILVA, Maisa Mendonça. Autoprodução de energia por arrendamento através da geração no ambiente de contratação livre: um estudo de caso. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2023, Bauru. **Anais [...]**. Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2023. p. 1-17, Artigo 277.

ROSA, Fernanda Flores da. **A contabilidade de custos e sua relevância para a gestão.** Orientador: Professor Nicolau Schwez. 2010. 25 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Contábeis, Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/27218/>. Acesso em: 18 fev. 2024.

RODRIGUES, Cristine *et al.* Materiais lignocelulósicos como matéria-prima para a obtenção de biomoléculas de valor comercial. **Biotecnologia Aplicada à Agro & Indústria**, v. 4. São Paulo: Blucher, 2017, pp. 283 -314. Disponível em: <https://openaccess.blucher.com.br/article-details/materiais-lignocelulosicos-como-materia-prima-para-a-obtencao-de-biomoleculas-de-valor-comercial-20259/>. Acesso em: 11 fev. 2024.

SANTOS, Marinéia Almeida dos. **Contabilidade de custos**. Salvador: UFBA, Faculdade de Ciências Contábeis; Superintendência de Educação a Distância, 2018. 103 p. ISBN 9788582921630 (broch.)

TARIFAS vigentes. **EDP**. [S. l.], [S. d.]. Disponível em: <https://www.edp.com.br/tarifas-vigentes/>. Acesso em: 03 abr. 2024.

TEIXEIRA, Cássio Adriano Nunes *et al.* **A hora do biometano no Brasil**. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2024. 34 p. (Textos para discussão; 159).

WORLD Energy Outlook. **IEA**. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/8b420d70-b71d-412d-a4f0-869d656304e4/BrazilianPortuguese-Summary-WEO2020.pdf/>. Acesso em: 22 de fev. de 2024.