

**Autora: Maria Aparecida Ferreira**

## **BIOGÁS: ENERGIA RENOVÁVEL NA ERA DA SUSTENTABILIDADE**

**Resumo:** Nas últimas décadas, aumentou a necessidade de desenvolver novas tecnologias para a produção de energia limpa e sustentável. Isso ocorre principalmente porque o uso de combustíveis fósseis contribui significativamente para a geração de gases de efeito estufa. O termo biogás é comumente usado para se referir a um gás produzido a partir da biodegradação de substâncias orgânicas na ausência de oxigênio, como bagaço de cana-de-açúcar, dejetos e resíduos. O presente estudo teve como objetivo conhecer melhor a produção de biogás através da cana-de-açúcar, de dejetos e resíduos com o propósito de sustentabilidade através de uma revisão da literatura. Foi concluído que o uso de biocombustíveis para produção de biogás como combustível apresenta um importante potencial neste cenário, principalmente devido ao alto valor térmico do gás produzido. A utilização do biogás não deve ser vista como uma solução para os problemas energéticos do país, mas como um acréscimo à matriz existente, que deve ser composta por diversas fontes alternativas.

**Palavras-chave:** Biogás. Cana-de-açúcar. Dejetos. Resíduos. Sustentável.

## **BIOGAS: RENEWABLE ENERGY IN THE AGE OF SUSTAINABILITY**

**Abstract:** In recent decades, the need to develop new technologies for the production of clean and sustainable energy has increased. This is mainly because the use of fossil fuels contributes significantly to the generation of greenhouse gases. The term biogas is commonly used to refer to a gas produced from the biodegradation of organic substances in the absence of oxygen, such as sugarcane bagasse, waste and residues. The present study aimed to better understand the production of biogas through sugarcane, waste and residues with the purpose of sustainability through a literature review. It was concluded that the use of biofuels for the production of biogas as fuel presents an important potential in this scenario, mainly due to the high thermal value of the gas produced. The use of biogas should not be seen as a solution to the country's energy problems, but as an addition to the existing matrix, which must be composed of several alternative sources.

**Keywords:** Biogas. Sugar Cane. Waste. Residue. Sustainable.

### **1 INTRODUÇÃO**

Uma das invenções que pode ser chamada de tecnologia é a invenção da energia, a eletricidade, que, em geral, é responsável por movimentar o mundo. Atualmente, o funcionamento de quase tudo é baseado no uso de energia elétrica. Infelizmente, grande parte da energia elétrica ainda utilizada vem de um recurso natural não renovável, a água (JANUZZI, 2014).

O consumo global de energia deverá aumentar em 28% entre 2015 e 2040. Atualmente, os combustíveis fósseis fornecem a maior parte da demanda global de energia, cerca de 85%, e esse cenário deverá continuar caso não seja feito nada. Os combustíveis fósseis são provenientes

de fontes de energia não renováveis e produzem partículas e gases de efeito estufa, que contribuem para o aquecimento global e podem levar à morte por doenças respiratórias e cardiovasculares (DITTMAYER et al., 2019).

Entre as fontes específicas de energia disponíveis no planeta, a bioenergia utilizando biodigestores é mostrada como uma solução viável, visto que há uma abundância de resíduos agrícolas sólidos disponíveis. Neste *ranking*, os animais podem ser incluídos, bem como resíduos vegetais de diferentes plantações de culturas (COLATTO; LANGER, 2011).

Um biodigestor é um dispositivo composto por uma câmara na qual ocorre a fermentação anaeróbica da matéria orgânica, uma tampa para armazenamento do biogás gerado no corpo do biodigestor e uma saída para a matéria decomposta, chamada lodo, e após o tratamento, pode ser utilizado como biofertilizante. O gás produzido é frequentemente utilizado como fonte de energia térmica, substituindo o GLP (gás liquefeito de petróleo), mas também pode ser utilizado para gerar eletricidade após uma transformação. A captura de metano, um dos principais componentes do biogás, gera créditos de carbono, que têm valor de mercado entre os países mais poluídos do planeta, que devem comprar deles para compensar a quantidade de poluentes que geram (PENA; ROCHA e NUCCI, 2015).

A renovação da matriz energética nacional é um tema que suscita novas pesquisas, dada a urgência de promover o uso de fontes ecologicamente corretas. Para isso, é fundamental realizar pesquisas e projetos intensivos que demonstrem o potencial energético de outras fontes renováveis, como a eólica e a solar, para então mensurar a viabilidade do seu ambiente econômico e social (DE MIRANDA; MARTINS; LOPES, 2019).

A utilização do biogás não deve ser vista como uma solução para os problemas energéticos do país, mas como um acréscimo à matriz existente, que deve ser composta por diversas fontes alternativas. Com imensa aplicação no setor agroindustrial, a utilização do biogás como matéria-prima para a produção de energia elétrica está diretamente relacionada à sustentabilidade e tem se mostrado bastante estimulante para a produção de energia elétrica, bem como alternativa para a eliminação de efluentes orgânicos e resíduos sólidos (LORA et al., 2012). O presente estudo tem como objetivo conhecer melhor a produção de biogás através da cana-de-açúcar, de dejetos e resíduos com o propósito de sustentabilidade através de uma revisão da literatura.

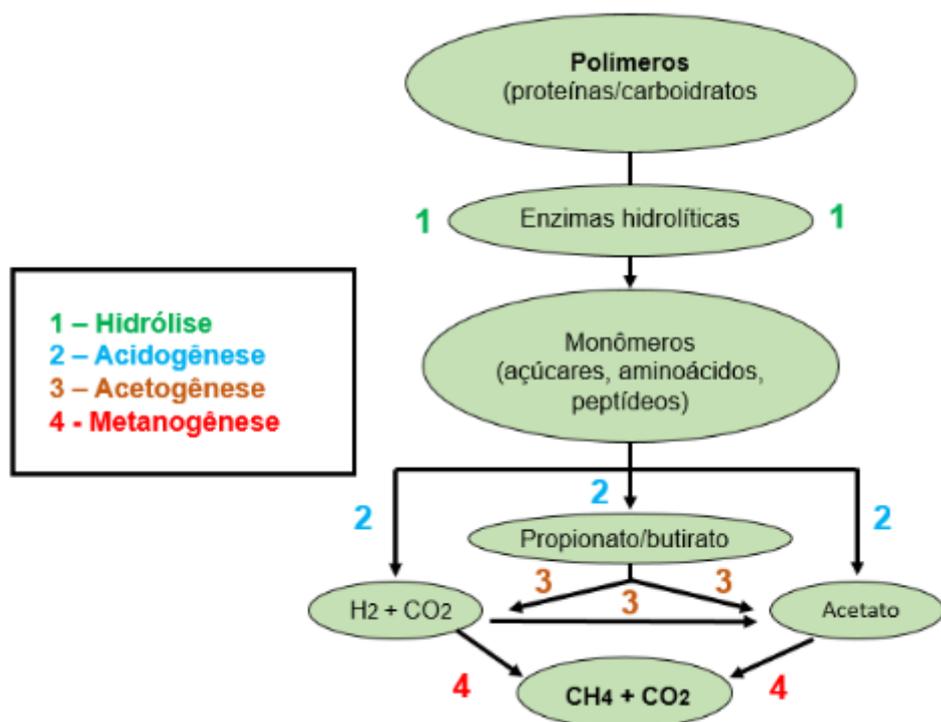
## 2 DESENVOLVIMENTO DO TEXTO

### 2.1 BIOGÁS E SUSTENTABILIDADE

A partir da digestão anaeróbica da biomassa e de substratos diferentes, obtemos um produto metabólico chamado biogás, uma mistura de dióxido de carbono, metano e pequenas quantidades de outros gases. O biogás é uma fonte de energia renovável que pode ser utilizada como alternativa ao gás natural (GN) e ao GLP (RAJENDRAN; ASLANZADEH; TAHERZADEH, 2012).

O termo biogás é comumente usado para se referir a um gás produzido a partir da biodegradação de substâncias orgânicas na ausência de oxigênio. A digestão anaeróbica é caracterizada por uma série de alterações bioquímicas resultantes da decomposição da matéria orgânica. Todo o processo consiste em diferentes etapas (Figura 1) (KONRAD et al., 2016).

**Figura 1** — Etapas do processo de biodigestão anaeróbica



Fonte: SILVA (2021).

O maior impulsionador dos biocombustíveis é sua capacidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa de forma sustentável. A importância da agroenergia para a matriz combustível-energia do Brasil exige a identificação de metas estratégicas nacionais de médio e longo prazo. Desta forma, é possível registrar uma aliança entre a empresa e o Estado, para promover a redução do uso de combustíveis fósseis, a expansão da produção e consumo de biocombustível e proteção ambiental, contribuindo para a sociedade (FRANCISCO et al., 2011).

A gestão ineficaz dos resíduos orgânicos leva a uma infinidade de problemas, como poluição ambiental, eutrofização, destruição da beleza urbana, emissões de gases de efeito estufa e efeitos na saúde humana. O descarte descuidado de resíduos não apenas ameaça seriamente a qualidade do meio ambiente, mas também desvaloriza o valor econômico dos resíduos (SHARMA et al., 2019).

## **2.2 USO DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA FORMAÇÃO DE BIOGÁS**

A cana-de-açúcar é uma gramínea com potencial diverso e complexo que ainda não foi totalmente explorado. É nativa da Ásia e pertence a uma das mais importantes e maiores famílias de angiospermas. Um total de 5 espécies de cana-de-açúcar estão disponíveis, cada uma com características diferentes em termos de composição, crescimento, exigências do solo e outras características, o que lhes confere suas próprias vantagens e desvantagens (GEHLEN, 2013).

A cana-de-açúcar foi introduzida no Brasil durante a época colonial e tornou-se uma das principais culturas da economia brasileira, tornando o país o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, utilizada principalmente para a produção de açúcar e vinho. O setor sucroalcooleiro nacional é referência para os demais países produtores, produzindo 47,34 milhões de toneladas de açúcar e 58,8 bilhões de litros de etanol por ano. Em 1973, teve início a crise do petróleo, que possibilitou a busca por fontes renováveis de energia, surgindo assim o Proálcool, que visava reduzir a dependência das importações de combustíveis derivados do petróleo que pressionavam fortemente a balança comercial brasileira (BRITTO, 2011).

O bagaço é classificado como uma biomassa vegetal com alto teor de oxigênio. Uma caracterização realizada em 60 amostras de bagaço no nordeste brasileiro mostrou baixa variação entre as amostras e a composição elementar onde o oxigênio foi mais abundante, seguido por carbono, hidrogênio, nitrogênio e cinzas (ROCHA et al., 2015).

Atualmente, grande parte desse bagaço é queimado nas caldeiras das indústrias sucroalcooleiras para obtenção de vapor para uso *in loco* ou revenda como energia elétrica. Como esse destino gera um excedente de energia/vapor e com o objetivo de aproveitar melhor o potencial energético dessa biomassa, os centros de pesquisa têm investido fortemente na criação de processos para transformar o bagaço em produtos de maior valor, como combustíveis gasosos, bioálcool, eletricidade, alimentos, agentes formadores de biofilme e outros (LIMA, 2018).

O bagaço é geralmente queimado diretamente na caldeira para aproveitar energia elétrica. No entanto, a eficiência deste processo, em condições controladas, é muito baixa e produz emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Uma alternativa mais ecologicamente correta ao aproveitamento dos resíduos é fazer sua digestão anaeróbica (DA) para produzir biogás com a finalidade de geração de energia renovável. Através da fermentação anaeróbia, a hemicelulose e a celulose, podem gerar energia a partir da conversão em metano, aumentando o potencial energético da agricultura (SANTOS, 2017).

A digestão anaeróbia inclui um processo biológico que na ausência de oxigênio atmosférico, bactérias anaeróbicas ou compostos orgânicos complexos, passam por uma série de oxidação e são convertidos em substâncias mais simples. Isso ocorre através de ações combinadas de diferentes microorganismos com atividades específicas, mantidas na forma de uma corporação microbiológica (LIMA, 2018).

De acordo com o autor, os principais biocombustíveis e subprodutos gerados a partir do uso de biomassa lignocelulósica podem ser gerados por meio de diferentes técnicas e processos de biorrefinaria. O biogás produzido via DA a partir do bagaço possui alto teor de metano, cerca de 75%, e sua geração envolve a retirada da demanda química de oxigênio (DQO) do meio ambiente, e com baixo custo, possibilitando a neutralização do bagaço e minimizando o impacto ambiental da queima direta (LIMA, 2018).

Dentre as configurações possíveis de digestão anaeróbia (DA) para produzir biogás a partir de uma grande variedade de bagaços, destaca-se a digestão anaeróbia em fase sólida (DA-S), também conhecida como digestão seca, fermentação seca ou fermentação em estado sólido. A influência da composição da biomassa lignocelulósica na produção de biogás tem sido extensivamente estudada; no entanto, a maioria desses estudos foi limitada à digestão anaeróbica em fase líquida (DA-L), que opera com menos de 15% de sólidos totais (ST) ou, como DA-S, geralmente extraído em ST a 15% ou mais, favorecendo a decomposição de um volume maior (BROWN et al., 2012).

O DA-S tem muitas vantagens sobre o DA-L, as características favorecem sua aplicação em larga escala para, incluindo menor volume do reator para carregar os mesmos sólidos, menos peças móveis, menor consumo de energia para facilitar o aquecimento e a mistura, bem como o manuseio do produto. Além disso, o DA-S ainda permite altas taxas de produção e degradação de biogás e produz menos resíduos líquidos. Somando-se a essas características, seu rendimento volumétrico de biogás pode ser de 2 a 7 vezes maior que o da tradicional DA-L (LIMA, 2018; BROWN et al., 2012).

### **2.3 USO DE DEJETOS DE ANIMAIS E RESÍDUOS PARA FORMAÇÃO DE BIOGÁS**

No entanto, embora a alta produtividade de suínos e bovinos traga desenvolvimento econômico e social, deve-se notar que esse grande número de animais produz altos resíduos poluentes. Portanto, é necessário analisar os problemas ambientais dessa atividade econômica. Dentre as alternativas viáveis atualmente, destaca-se a digestão anaeróbia desses resíduos como forma de promover a reciclagem e a produção de energia, além do fato de que a natureza da biotransformação durante a decomposição fornece um substrato como produto, com potencial fertilizante utilizado (RESENDE et al., 2015).

A energia do biogás proveniente da digestão anaeróbica em estações de tratamento de dejetos pecuários é considerada uma opção de baixo custo, pois pode se beneficiar dos créditos de carbono disponíveis através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Essa forma de energia de biomassa não só substitui a queima de combustíveis fósseis, mas também reduz as emissões de metano, um gás de efeito estufa mais potente que o dióxido de carbono (ANTUNES, 2019).

O termo dejetos é comumente usado para se referir a fezes e urinas produzidas por animais. A decomposição anaeróbica do esterco durante o armazenamento e processamento produz gás metano. Essas condições geralmente ocorrem quando muitos animais são confinados, seja em fazendas de gado leiteiro, pecuária intensiva, suínos ou avícolas, bem como quando o esterco é manuseado em sistemas que usam líquidos. A composição dos dejetos da pecuária possui diferentes características e apresenta diferentes potenciais de geração de biogás. Os resíduos são divididos em duas categorias, fase líquida e fase seca, dependendo da quantidade de sólidos secos contidos em cada fase (KARLSSON et al., 2014).

A fase sólida geralmente é rica em carbono e seu teor de sólidos secos pode ser 27% maior que a fase líquida, além de conter esterco. O lodo é mais propenso à decomposição porque

contém uma quantidade maior de nitrogênio e um teor de sólidos secos de 5,0%. Em geral, o esterco bovino apresenta menor potencial de produção de biogás do que o esterco de suínos e aves. A principal razão é que grande parte da matéria orgânica disponível nas fezes é decomposta e convertida em metano no estômago dos ruminantes. Se o estrume for decomposto com outros materiais, como resíduos de ração ou forragem, as trocas gasosas podem ser aumentadas. O estrume animal às vezes pode ter um efeito estabilizador no processo de biogás, quando há algum tipo de distúrbio no processo (KARLSSON et al., 2014).

A digestão anaeróbica requer um certo tempo de retenção hidráulica, sob condições ideais de agitação e temperatura. Fatores como pH, umidade e composição da matéria orgânica também afetam diretamente a produção de biogás. Na completa falta de oxigênio, as colônias microbianas mistas são ativadas, encontrando condições ideais para se multiplicar, consumindo os sólidos solúveis da biomassa, provocando a decomposição da matéria orgânica. As etapas de decomposição devem ser perfeitamente coordenadas entre si para que todo o processo ocorra corretamente (BLEY JR, 2015).

### **3 METODOLOGIA**

Trata-se de uma revisão bibliográfica onde foram pesquisados textos em bases de dados como o Google Acadêmico e o Scielo. Foi realizado inicialmente uma busca utilizando as palavras-chave “Biogás”, “Cana-de-açúcar”, “Dejetos”, “Resíduos”, “Sustentável” e seus respectivos em inglês, e os conectores “AND” e “OR”.

Trata-se de uma revisão descritiva da literatura com abordagem qualitativa. Segundo Gil (1999):

As pesquisas de levantamento se caracterizam pela interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer. Basicamente procede-se a solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas acerca de um problema estudado para, em seguida, mediante análise quantitativa, obterem-se as conclusões correspondentes aos dados coletados.

Foram considerados para seleção, os textos que tinham acesso permitido e gratuito, e que atendessem à temática proposta para esse estudo.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o estudo de De Lima, Boff e Scarpin (2006), o gás metano (liberado em processos de decomposição) é 21 vezes mais poluente que o gás carbono. Assim, eles tiveram como objetivo identificar ações voltadas para a redução de gases causadores do efeito estufa através de um estudo de caso sobre tratamento de resíduos para produção de biogás e coletaram os dados presentes na Tabela 1.

Tabela 1 - Identificação do plantel em cada propriedade

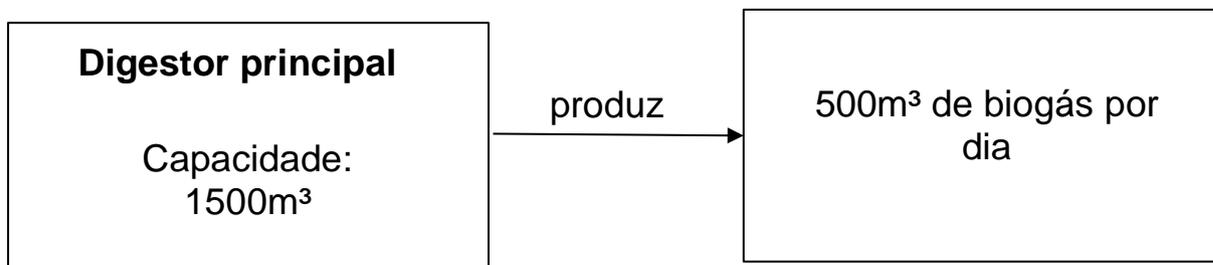
<b>Propriedade</b>	<b>Volume Diário de Dejetos</b>	<b>Produção de Biogás m<sup>3</sup></b>	<b>CO2 ton./ano</b>
Propriedade 01	276.112	1542	12853
Propriedade 02	341.171	1906	15882
Propriedade 03	35.641	0	1659
Propriedade 04	25.814	144	1202
Propriedade 05	404.092	2257	18811
Propriedade 06	275.160	1537	12809
Propriedade 07	27.592	154	1284
Propriedade 08	85.825	479	3995
Propriedade 09	290.083	1620	13504
<b>Totais</b>	<b>1.761.491</b>	<b>9.840</b>	<b>82.000</b>

Fonte: Adaptado de De Lima, Boff e Scarpin (2006)

Através deste estudo foi possível perceber a eficiência do biogás para a sustentabilidade. Com sua queima, o metano é convertido em gás carbônico, o que gera um ganho 21 vezes maior. Os dejetos liberam bastante metano, o que torna o biogás uma ferramenta eficiente.

Paula et al. (2015) objetivaram estudar a sustentabilidade no aproveitamento de biogás gerado no tratamento de resíduos orgânicos em atividades de suinocultura através de um estudo de caso no Paraná. O resultado obtido pode ser visto na Imagem 2.

Imagem 2 - Produção de biogás a partir de resíduos da suinocultura



Fonte: autoria própria, baseado em Paula et al. (2015)

O estudo concluiu que o biogás gerado nesse processo pode contribuir para a sustentabilidade da suinocultura e o biodigestor anaeróbio é uma peça muito importante para adequar ambientalmente as atividades, mas não pode ser a única solução para os impactos causados pelos dejetos dos animais.

A pesquisa de Aquino (2013) avaliou o uso do biogás em propriedades rurais como proposta de sustentabilidade através de uma revisão da literatura. Foi concluído que ao utilizar biodigestores para gerar energia em propriedades rurais, é minimizado os impactos econômicos e ambientais. O estudo também ressaltou ser muito importante a realização de parcerias com órgãos de extensão rural.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da necessidade de alcançar e aprimorar tecnologias ecologicamente sustentáveis e econômicas para a produção de energia, o uso de biocombustíveis para produção de biogás como combustível apresenta um importante potencial neste cenário, principalmente devido ao alto valor térmico do gás produzido.

O biogás, produzido a partir de experimentos com bagaço, pode ter alto poder calorífico e seu tratamento pode aumentar ainda mais o potencial energético, aproximando-se inclusive das propriedades do gás natural.

O setor de biogás representa um grande aliado para as inovações em sustentabilidade, pois está fortemente inserido nos processos de gestão e produção de resíduos, buscando fechar

o biociclo e trazer sustentabilidade aos problemas pendentes, trazendo benefícios econômicos, ambientais e sociais.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Maurício Zanon. **Viabilidade da produção de biogás a partir de dejetos animais**. 2019.
- AQUINO, Gerismar Tomaz de. **O uso do biogás em pequenas propriedades rurais como proposta de sustentabilidade ambiental**. 2013.
- BLEY JR, C. **Biogás: a energia invisível**. 2. ed. Foz do Iguaçu, PR: ITAIPU, 2015.
- BRITO, F.L.S. **Biodigestão anaeróbia em duplo estágio do bagaço de cana-de-açúcar para obtenção de biogás**. Editora UFMG. Belo Horizonte, 2011.
- BROWN, D.; SHI, J.; LI, Y. **Comparison of solid-state to liquid anaerobic digestion of lignocellulosic feedstocks for biogas production**. *Bioresource Technology*, v.124, p.379–386, 2012.
- COLATTO, L.; LANGER, M. Biodigestor: resíduo sólido pecuário para produção de energia. **Unoesc & Ciência: ACET**, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 119-128, 2011.
- DE LIMA, Ivone Vaz; BOFF, Marines Lucia; SCARPIN, Jorge Eduardo. **Utilização do biogás como instrumento de desenvolvimento sustentável: um estudo de caso**. 2006.
- DE MIRANDA, R. L.; MARTINS, E. M.; LOPES, K. A potencialidade energética da biomassa no Brasil. **Desenvolvimento Socioeconômico em Debate**, v. 5, n. 1, p. 94, 2019.
- DITTMAYER, Roland; KLUMPP, Michael; KANT, Paul; OZIN, Geoffrey. Crowd oil not crude oil. **Nature Communications**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 1–8, 2019.
- FRANCISCO, M. et al. Crise energética mundial e o papel do Brasil na problemática de biocombustíveis. **Agromonia Colombiana**, v. 29, n. 2, p. 231–240, 2011.
- GEHLEN, L. R. **Quantificação dos teores de conversão de fibras em açúcares redutores de bagaço de cana-de-açúcar hidrolisados com catalisadores ácidos**. 50f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2013.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999
- JANNUZI, G.M. **Demanda por energia no Brasil é insustentável**. Rio de Janeiro: Jornal do Brasil. Entrevista concedida a Pamela Mascarenhas. [23/02/2014].
- KARLSSON, T. et al. **Manual Básico de Biogás**. Lajeado: Univates, 2014. 69 p.
- KONRAD, O. et al. **Atlas das biomassas do Rio Grande do Sul para produção de biogás e biometano**. 1. ed. Lajeado: Ed. da Univates, 2016.
- LIMA, D.R.S. **Avaliação de rotas tecnológicas para o aproveitamento energético do bagaço de cana-de-açúcar**. 275f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.
- LORA, E. E. S. et al. **Biocombustíveis**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 1200 p.

- PAULA, Alessandra de; HAIDUKE, Ivonete Ferreira; SANTOS, Kellen Coelho dos; FORTE, Luiz Antonio; RIPKA, Cristiane Adriana. **Sustentabilidade Ambiental - Uso do biogás gerado no tratamento de dejetos animais em atividades de suinocultura.** 2015.
- PENA, Aline CC; ROCHA, Sandra MS; NUCCI, Edson R. **Estudo da produção de biogás a partir de dejetos bovinos combinados com bagaço de cana e casca de café.** 2015.
- RAJENDRAN, K.; ASLANZADEH, S.; TAHERZADEH, M. J... **Household biogas digesters-A review.** [s.l: s.n.]. v. 5. 2012.
- RESENDE, J. A. de et al. **Dejetos bovinos para produção de biogás e biofertilizante por biodigestão anaeróbica.** Juiz de Fora - MG: Embrapa Gado de leite, 5 p. Set. 2015.
- SANTOS, L.C. **Produção de biogás (metano e hidrogênio) a partir da digestão anaeróbia de hidrolisado hemicelulósico gerado no pré-tratamento oxidativo de cascas de café.** 137f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2017.
- SHARMA, B. et al. Recycling of Organic Wastes in Agriculture: An Environmental Perspective. **International Journal of Environmental Research**, v. 13, n. 2, p. 409–429, 2019.
- SILVA, Carlos Emílio Vieira da. **Sustentabilidade: Avaliação da produção de biogás em um biodigestor de pequena escala.** 2021. Dissertação de Mestrado.