

USO DE BIOMASSA COMO ALTERNATIVA DE GERAÇÃO DE ENERGIA PARA EMPRESAS DO RAMO DE AGRONEGÓCIO: UM ESTUDO ANALÍTICO

PERGENTINO, Jean Aiklson¹

MANGINI, Lígia Fernanda Kaefer²

RESUMO

A biomassa é uma fonte de energia renovável e sustentável que possui potencial para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e mitigar os impactos ambientais. O objetivo deste estudo é apresentar a viabilidade da utilização de biomassa como alternativa de geração de energia em empresas do ramo de agronegócio, sob a perspectiva da Engenharia de Produção. Foi realizada uma revisão da literatura. Os resultados demonstram que a escolha das tecnologias de conversão de biomassa em energia para empresas do ramo de agronegócio requer uma avaliação criteriosa, considerando critérios técnicos, econômicos e ambientais. Cada tecnologia tem seus benefícios e desafios específicos, e a seleção adequada dependerá das características e demandas específicas de cada empresa. Através da análise realizada, conclui-se que a utilização de biomassa como fonte de energia possibilita a valorização de resíduos orgânicos, contribuindo para a redução de emissões de gases de efeito estufa e a diminuição da dependência de fontes externas de energia. Além disso, a geração distribuída de energia a partir da biomassa oferece maior autonomia energética às empresas do agronegócio, promovendo uma maior resiliência e independência em relação às concessionárias de energia.

Palavras-chave: Biomassa. Geração de energia. Agronegócio.

1 INTRODUÇÃO

A produção de energia é um tema de grande importância em todo o mundo, e o uso de fontes de energia renovável é uma tendência crescente na busca por alternativas sustentáveis e econômicas. Nesse contexto, a biomassa tem sido amplamente discutida como uma alternativa promissora para a geração de energia em empresas do ramo de agronegócio (FOELKEL, 2016). A escolha desse tema se deve à importância da produção de energia para o setor de agronegócio, que é um dos principais setores da economia brasileira.

Importante esclarecer que a Engenharia de Produção é uma área que busca otimizar processos produtivos, reduzir custos e aumentar a eficiência de sistemas

¹ Graduando em Engenharia de Produção.

² Doutora e Mestre em Engenharia e Ciência dos Materiais pela UFPR, Engenheira Química pela UFPR, e Professora Orientadora no Centro Universitário Internacional UNINTER

produtivos. Nesse sentido, a utilização de biomassa como alternativa de geração de energia em empresas do ramo de agronegócio pode ser uma opção viável e interessante para a Engenharia de Produção. Diante desse fato, este estudo pretende responder ao seguinte questionamento: como a utilização de biomassa como fonte de energia pode contribuir para a otimização dos processos produtivos em empresas do ramo de agronegócio?

O objetivo deste estudo é apresentar a viabilidade da utilização de biomassa como alternativa de geração de energia em empresas do ramo de agronegócio, sob a perspectiva da Engenharia de Produção. Os objetivos específicos são: Identificar os benefícios e desafios da utilização de biomassa como fonte de energia em empresas do ramo de agronegócio; avaliar as tecnologias de conversão de biomassa em energia mais adequadas para o contexto de empresas do ramo de agronegócio; propor estratégias de otimização dos processos produtivos a partir da utilização de biomassa como fonte de energia em empresas do ramo de agronegócio.

A utilização de biomassa como fonte de energia tem sido cada vez mais discutida como uma alternativa sustentável e econômica para empresas do ramo de agronegócio. A Engenharia de Produção pode desempenhar um papel importante na avaliação da viabilidade da utilização de biomassa e na proposição de estratégias de otimização dos processos produtivos. Portanto, este estudo se justifica pela necessidade de explorar o potencial da biomassa como fonte de energia em empresas do ramo de agronegócio sob a perspectiva da Engenharia de Produção. Dessa forma, este trabalho contribuirá para a discussão sobre a utilização de fontes de energia renovável em empresas do ramo de agronegócio, bem como para a busca por alternativas sustentáveis e econômicas para a geração de energia no setor.

Este trabalho está organizado em cinco seções, sendo elas introdução, referencial teórico, metodologia da pesquisa, resultados e discussão e a seção de considerações finais.

2 BIOMASSA FLORESTAL

Segundo Foelkel (2016), a biomassa florestal sempre foi um componente relevante na matriz energética brasileira, inicialmente, mais como fonte de obtenção de calor e vapor, para agora se converter em fonte significativa para abastecer centrais termelétricas.

2.1. TIPOS DE BIOMASSA

De acordo com a Combio (2017), as biomassas mais importantes são:

- Cavaco de Madeira: madeira (*chips*) oriunda de um processo de trituração. Proveniente, na maioria das vezes do eucalipto e do pinus, este cavaco é gerado em serrarias a partir da sobra das costaneiras de troncos.
- Resíduo Florestal: tudo aquilo que é descartado no processo de colheita do eucalipto. Este resíduo, dispensado pelas máquinas colheitadeiras, é deixado no solo dificultando o replantio.
- Casca de Arroz: Para os engenhos arroseiros a destinação adequada da casca de arroz é sinônimo de custo.
- Carço de Açai: Um grande problema ambiental no Estado do Pará é o assoreamento dos rios em virtude do descarte indevido do caroço do Açai.
- Cavaco Reciclado: Este tipo de cavaco é produzido a partir da logística reversa do descarte de algumas indústrias, como por exemplo montadoras, que recebem suas peças em caixas ou *palets* de madeira. Todo este material é separado e captado por empresas de reciclagem de madeira, onde é transformado em cavaco.
- Pó de Serra: O pó de serra é o material residual das máquinas das serrarias, também chamado de finos. É um material utilizado comumente em aviários para fazer a cama das aves, sendo de difícil queima em caldeiras.

2.2. UTILIZAÇÃO DA BIOMASSA

Segundo Leite e Militão (2008) um dos usos da biomassa é em caldeiras. Elas são equipamentos térmicos de concepção simples, mas de engenharias sofisticadas, que possuem a finalidade de queimar um combustível e com a energia liberada por essa combustão direta aquecer e vaporizar a água de forma a se ter no vapor (saturado ou superaquecido) uma forma de transferência da energia primária do combustível para alguma utilização prática no mundo industrial ou rural. Em

complemento o autor explica que muitas caldeiras são utilizadas para produção de vapor para utilização direta desse vapor em processos como secagem, aquecimento, esterilização e lavagem, bem como na produção de eletricidade.

Já para Barreto (2020), uma caldeira pode ser considerada um transformador energético. Introduce-se energia química dos elementos de combustão da fonte energética e se obtém como produto, a energia térmica do vapor.

2.3. EFICIÊNCIA DA BIOMASSA EM CALDEIRA

De acordo com Foelkel (2016), as eficiências térmicas ou rendimentos térmicos em base bruta de caldeiras de biomassa costumam variar entre 65% a 90%, dependendo da idade tecnológica das caldeiras, da qualidade da biomassa combustível e dos cuidados de manutenção e procedimentos processuais da fábrica.

2.4. CUSTOS

Segundo o Instituto de Energia e Ambiente (2016), os custos são uma questão fundamental para expansão da produção de energia eléctrica a partir de biomassa. A estrutura de custos depende da localização geográfica, tipo de biomassa e tecnologia aplicada.

Martins (2003) define como custo o gasto relativo a bem ou serviço utilizado na produção de outros bens ou serviços. Já outro termo descrito por Eliseu Martins melhor define o conceito utilizado pela empresa, que é o custo-padrão corrente, o mesmo diz respeito ao valor que a empresa fixa como meta para o próximo período para um determinado produto ou serviço.

Pra Shim e Siegel (1997), o “custo” é sacrifício medido pelo preço pago para adquirir ou manter bens ou serviços e é, ainda, o total dos preços pagos pelos materiais, mão-de-obra e recursos gerais de fabricação para a produção de uma mercadoria.

Bruni (2006) define como custo a transição de um investimento que tem como destino final o valor dos estoques. Na empresa o custo final define o preço do produto ao cliente.

Já Gonçalves e Baptista (1998) definem o custo como o dispêndio que está

direta ou indiretamente ligado ao esforço de produção de bens ou serviços. Todos os autores possuem a própria definição, todavia compartilham de uma mesma linha de pensamento, a de que o custo está relacionado a bens e serviços empregados na produção.

Segundo o CEDE (2017) custo é o preço pelo qual se obtém um bem ou serviço, a importância do custo se dá em qualquer entidade com fim lucrativo, pois é dele que a empresa depende para alcançar as metas traçadas.

Nas empresas industriais, o custo compreende o preço pago pela matéria-prima consumida, pela mão de obra aplicada e por demais gastos com a produção. Nas empresas comerciais, o custo inclui o preço da compra, ou seja, da compra e da venda dessa mercadoria, assim como todos os gastos decorrentes da atividade comercial, ou seja, da compra e venda dessa mercadoria. Nas empresas de prestação de serviço como transporte, seguros, profissões liberais, bancos, etc., o custo compreende os gastos decorrentes dessa prestação de serviços, incluindo a remuneração do capital aplicado, que em muitos casos é de grande importância, como nos bancos, por exemplo (FRANCO; HILÁRIO, 1996, p 44).

3 METODOLOGIA

Este trabalho adotou uma abordagem analítica, visando a análise da viabilidade do uso de biomassa como alternativa de geração de energia em uma empresa do ramo de agronegócio. Trata-se de uma pesquisa aplicada, cuja natureza é qualitativa e quantitativa, uma vez que foram coletados e analisados dados quantitativos sobre a geração de energia e consumo de combustíveis fósseis, bem como dados qualitativos sobre a viabilidade técnica, econômica e ambiental do uso de biomassa como fonte de energia (FONSECA, 2002).

Os procedimentos para o desenvolvimento desta pesquisa foram divididos em três etapas. A primeira etapa consiste em uma revisão bibliográfica, aonde foram realizadas pesquisas em fontes bibliográficas, como livros, artigos científicos, teses e dissertações. O objetivo dessa etapa foi identificar os principais benefícios e desafios da utilização de biomassa como fonte de energia em empresas do ramo de agronegócio, bem como as tecnologias de conversão mais adequadas e as estratégias de otimização dos processos produtivos a partir da utilização de biomassa como fonte de energia.

Na segunda etapa, foram coletados dados quantitativos e qualitativos por meio de análise de conteúdo, em artigos originais, que foram pesquisados em indexadores de artigos. Utilizou-se obras de língua portuguesa e inglesa, com publicação nos últimos 10 anos. As palavras chaves utilizadas serão: “Biomassa”, “Energia renovável”, “Agronegócio”, “Tecnologias de conversão”. O objetivo dessa etapa é avaliar a viabilidade técnica, econômica e ambiental do uso de biomassa como fonte de energia em sua operação. foram levantados dados sobre a demanda de energia, o consumo de combustíveis fósseis, o custo dos insumos e equipamentos necessários para a utilização de biomassa como fonte de energia, bem como os aspectos ambientais relacionados à sua utilização.

Por fim, na terceira etapa, os dados coletados foram analisados por meio de métodos estatísticos e técnicas de análise qualitativa. O objetivo dessa etapa é avaliar a viabilidade do uso de biomassa como fonte de energia em empresas do ramo de agronegócio, identificar as tecnologias de conversão mais adequadas e propor estratégias de otimização dos processos produtivos a partir da utilização de biomassa como fonte de energia (FONSECA, 2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA UTILIZAÇÃO DE BIOMASSA COMO FONTE DE ENERGIA EM EMPRESAS DO RAMO DE AGRONEGÓCIO

A utilização de biomassa como fonte de energia em empresas do ramo de agronegócio oferece uma série de benefícios significativos, ao mesmo tempo em que enfrenta desafios específicos. Os benefícios ambientais desse enfoque incluem a redução das emissões de gases de efeito estufa, resultante da substituição de combustíveis fósseis por biomassa, visto que a queima dessa fonte de energia libera apenas o dióxido de carbono que as plantas absorveram durante seu crescimento. Além disso, a adoção da biomassa para geração de energia possibilita uma redução da dependência de combustíveis não renováveis, contribuindo para a preservação dos recursos naturais (BALDAM, 2016).

Outro benefício significativo é a valorização de resíduos orgânicos gerados pelas empresas do agronegócio. Esses resíduos, como restos de culturas, cascas de frutas e bagaços de cana-de-açúcar, podem ser utilizados como biomassa para

geração de energia. Essa prática evita a decomposição desses resíduos em aterros sanitários, reduzindo assim os potenciais impactos ambientais associados a essa forma de descarte. Além disso, a valorização dos resíduos orgânicos por meio da biomassa contribui para uma gestão mais sustentável dos recursos disponíveis (GOLDEMBERG, 2010).

A diversificação da matriz energética é um benefício adicional trazido pela utilização de biomassa em empresas do agronegócio. Ao incorporar essa fonte de energia renovável, essas empresas reduzem sua dependência de fontes convencionais, como eletricidade proveniente de redes públicas e combustíveis fósseis. Essa diversificação aumenta a autonomia energética das empresas, tornando-as mais resilientes a flutuações de preços e disponibilidade de energia, além de contribuir para a segurança energética em nível local (HODGE, 2018).

A utilização de biomassa como fonte de energia também apresenta potencial para a implementação de sistemas de geração distribuída. Esse modelo permite que as empresas gerem sua própria energia, reduzindo assim a necessidade de longas redes de transmissão e minimizando as perdas associadas ao transporte da eletricidade. Dessa forma, a geração distribuída de energia a partir da biomassa contribui para uma utilização mais eficiente dos recursos energéticos, ao mesmo tempo em que promove uma maior independência das empresas em relação às concessionárias de energia (BALDAM, 2016).

No entanto, apesar dos benefícios mencionados, a utilização de biomassa como fonte de energia em empresas do ramo de agronegócio enfrenta alguns desafios. Um desses desafios está relacionado à logística de obtenção da biomassa, que requer um planejamento adequado para garantir o fornecimento contínuo e sustentável dos resíduos orgânicos necessários. Questões como a coleta, o armazenamento e o transporte eficiente desses materiais devem ser cuidadosamente considerados (GOLDEMBERG, 2010).

Outro desafio está associado à eficiência energética e tecnológica dos sistemas de conversão da biomassa em energia. A escolha adequada das tecnologias de conversão, como a biomassa para produção de eletricidade, calor ou biogás, é fundamental para garantir uma geração de energia eficiente e viável economicamente. Além disso, é importante considerar a otimização desses sistemas para maximizar a eficiência energética, reduzindo assim as perdas e melhorando o desempenho geral do processo (HODGE, 2018).

A utilização de biomassa como fonte de energia em empresas do ramo de agronegócio traz benefícios significativos, como a redução das emissões de gases de efeito estufa, a valorização de resíduos orgânicos, a diversificação da matriz energética e o potencial de geração distribuída. No entanto, é importante enfrentar desafios logísticos relacionados à obtenção da biomassa e garantir a eficiência energética e tecnológica dos sistemas de conversão. Superar esses desafios é fundamental para promover uma utilização sustentável e viável da biomassa como alternativa de geração de energia nesse contexto específico (BALDAM, 2016).

4.2. TECNOLOGIAS DE CONVERSÃO DE BIOMASSA EM ENERGIA MAIS ADEQUADAS PARA O CONTEXTO DE EMPRESAS DO RAMO DE AGRONEGÓCIO

No contexto das empresas do ramo de agronegócio, a escolha das tecnologias de conversão de biomassa em energia desempenha um papel crucial na utilização eficiente e sustentável dessa fonte de energia renovável (BALDAM, 2016). Nesta seção, serão avaliadas as tecnologias mais adequadas para esse contexto específico, considerando critérios técnicos, econômicos e ambientais.

O Quadro 1 apresenta uma visão geral das principais tecnologias de conversão de biomassa em energia para empresas do ramo de agronegócio. Ele destaca as descrições de cada tecnologia, os benefícios associados à sua utilização e os desafios que devem ser considerados na implementação. O quadro 1 oferece uma referência útil para a avaliação e seleção da tecnologia mais adequada com base nas necessidades e condições específicas de cada empresa.

Quadro 1 - Principais tecnologias de conversão de biomassa em energia para empresas do ramo de agronegócio

Tecnologia de Conversão	Descrição	Benefícios	Desafios
Combustão direta	Biomassa é queimada para geração de calor, vapor ou eletricidade	<ul style="list-style-type: none"> - Simplicidade de implementação - Utilização de resíduos orgânicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Eficiência da combustão - Gestão adequada dos resíduos e impactos ambientais
Gaseificação	Biomassa é convertida em gás de síntese, utilizado para geração de eletricidade ou calor	<ul style="list-style-type: none"> - Maior eficiência energética - Captura de subprodutos - Menores emissões poluentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Controle dos processos de gaseificação - Tratamento dos gases de síntese

Tecnologia de Conversão	Descrição	Benefícios	Desafios
Digestão anaeróbia	Microorganismos decompõem biomassa em ambiente sem oxigênio, produzindo biogás	- Aproveitamento de resíduos orgânicos - Produção de biogás como fonte de calor ou eletricidade	- Gerenciamento do processo - Tratamento dos resíduos resultantes
Pirólise e liquefação	Biomassa é convertida em bio-óleo ou biocombustíveis líquidos	- Potencial para diferentes tipos de biomassa - Uso como combustíveis ou matéria-prima	- Desafios técnicos e econômicos - Purificação dos produtos
Células a combustível de biomassa	Conversão direta de energia química da biomassa em eletricidade	- Geração de energia eficiente - Baixo impacto ambiental	- Desenvolvimento e custos de produção - Disponibilidade de biomassa adequada
Considerações integradas	Combinação de diferentes tecnologias de conversão de biomassa	- Otimização da eficiência energética - Utilização de subprodutos	- Necessidade de integração de diferentes sistemas - Viabilidade econômica

Fonte: Baldam (2016)

No contexto das empresas do ramo de agronegócio, a escolha das tecnologias de conversão de biomassa em energia desempenha um papel fundamental na busca por uma utilização eficiente e sustentável dessa fonte de energia renovável.

A combustão direta é uma tecnologia amplamente utilizada, na qual a biomassa é queimada para a geração de calor, vapor ou eletricidade. Essa abordagem se destaca pela sua simplicidade de implementação e pela utilização de resíduos orgânicos, contribuindo para a redução do desperdício. No entanto, é importante considerar a eficiência da combustão e a gestão adequada dos resíduos resultantes, além de estar atento aos potenciais impactos ambientais das emissões de poluentes (HODGE, 2018).

Outra tecnologia a ser considerada é a gaseificação, que converte a biomassa em gás de síntese, utilizado para a geração de eletricidade ou calor. A gaseificação apresenta benefícios como maior eficiência energética em comparação com a combustão direta e a possibilidade de captura e utilização de subprodutos valiosos, como biochar ou biofertilizantes. No entanto, é necessário um cuidadoso controle dos processos de gaseificação e tratamento dos gases de síntese para garantir um alto rendimento e minimizar as emissões poluentes (GOLDEMBERG, 2010).

A digestão anaeróbia é uma tecnologia especialmente adequada para empresas do agronegócio que possuem grandes quantidades de resíduos orgânicos, como esterco animal e restos de culturas. Nesse processo, microorganismos decompõem a biomassa em um ambiente sem oxigênio, resultando na produção de biogás, que pode ser utilizado como fonte de calor ou eletricidade. A digestão anaeróbia valoriza os resíduos orgânicos, oferecendo uma gestão mais sustentável desses materiais. No entanto, é necessário um cuidadoso gerenciamento do processo, incluindo o controle adequado da alimentação dos microorganismos e o tratamento adequado dos resíduos resultantes (BALDAM, 2016).

As tecnologias de pirólise e liquefação convertem a biomassa em produtos líquidos, como bio-óleo ou biocombustíveis. Essas tecnologias apresentam um potencial interessante para o aproveitamento de diferentes tipos de biomassa, incluindo resíduos lignocelulósicos. Os produtos líquidos resultantes podem ser utilizados como combustíveis para transporte ou como matéria-prima para a indústria química. No entanto, é importante considerar os desafios técnicos e econômicos associados a essas tecnologias, como a necessidade de processos de purificação e a viabilidade de escala comercial (HODGE, 2018).

Outra abordagem a ser considerada é a utilização de células a combustível de biomassa, que convertem diretamente a energia química da biomassa em eletricidade. Essa tecnologia tem potencial para oferecer uma geração de energia eficiente e de baixo impacto ambiental. No entanto, ainda está em fase de desenvolvimento e enfrenta desafios relacionados ao seu desenvolvimento, aos custos de produção e à disponibilidade de biomassa com qualidade adequada.

Além das tecnologias específicas mencionadas, é importante considerar abordagens integradas que combinem diferentes tecnologias de conversão de biomassa. Essas abordagens integradas podem otimizar a eficiência energética e a utilização de subprodutos, resultando em uma utilização mais eficiente e sustentável da biomassa como fonte de energia para empresas do ramo de agronegócio (GOLDEMBERG, 2010).

Portanto, a escolha das tecnologias de conversão de biomassa em energia para empresas do ramo de agronegócio requer uma avaliação criteriosa, considerando critérios técnicos, econômicos e ambientais. Cada tecnologia tem seus benefícios e desafios específicos, e a seleção adequada dependerá das características e demandas específicas de cada empresa. É essencial avaliar

cuidadosamente os benefícios e as restrições de cada tecnologia, levando em consideração a eficiência energética, a viabilidade econômica e os impactos ambientais, a fim de garantir uma implementação bem-sucedida da biomassa como fonte de energia nesse contexto específico do agronegócio (HODGE, 2018).

4.3. ESTRATÉGIAS DE OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE BIOMASSA

A utilização de biomassa como fonte de energia em empresas do ramo de agronegócio não apenas contribui para a sustentabilidade ambiental, mas também apresenta oportunidades de otimização dos processos produtivos (BALDAM, 2016).

O Quadro 2 apresenta um resumo das estratégias de otimização dos processos produtivos com a utilização de biomassa como fonte de energia em empresas do ramo de agronegócio. Cada estratégia é descrita brevemente, destacando seus benefícios potenciais.

Quadro 2 - Estratégias de otimização dos processos produtivos com a utilização de biomassa como fonte de energia em empresas do ramo de agronegócio

Estratégias de Otimização dos Processos Produtivos	Descrição	Benefícios
Integração de processos	Aproveitar o calor gerado durante a geração de energia para alimentar processos industriais	- Utilização mais eficiente da biomassa - Redução de custos de energia
Melhoria da eficiência energética	Avaliar e melhorar a eficiência energética dos processos produtivos	- Redução de custos operacionais - Menor dependência de fontes externas de energia
Gestão de resíduos	Desenvolver sistemas eficientes de coleta, armazenamento e tratamento de resíduos orgânicos	- Aproveitamento de resíduos para a produção de energia - Produção de fertilizantes orgânicos
Investimento em tecnologias avançadas	Adoção de tecnologias avançadas de conversão de biomassa em energia	- Maior eficiência e qualidade da produção de energia - Produção de subprodutos de maior valor agregado

Estratégias de Otimização dos Processos Produtivos	Descrição	Benefícios
Capacitação e conscientização dos colaboradores	Programas de capacitação e treinamento para envolver e conscientizar os colaboradores	- Maior engajamento e compreensão dos benefícios da biomassa

Fonte: Goldemberg (2010)

A utilização de biomassa como fonte de energia em empresas do ramo de agronegócio não apenas contribui para a sustentabilidade ambiental, mas também oferece oportunidades para otimização dos processos produtivos (GOLDEMBERG, 2010).

Uma estratégia eficaz é a integração dos processos produtivos com a geração de energia a partir da biomassa. Por meio de sistemas de cogeração, o calor gerado durante a produção de energia pode ser aproveitado para alimentar os processos industriais, como secagem de grãos, aquecimento de estufas ou processos de fermentação. Essa integração permite uma utilização mais eficiente da biomassa, maximizando o aproveitamento da energia produzida e reduzindo a dependência de fontes externas de energia (HODGE, 2018).

Outra estratégia importante é a melhoria da eficiência energética. Com a utilização da biomassa como fonte de energia, surgem oportunidades para avaliar e aprimorar a eficiência energética dos processos produtivos. Isso pode envolver a otimização do uso de energia em equipamentos e sistemas, a adoção de tecnologias mais eficientes, o monitoramento do consumo de energia e a implementação de práticas de conservação de energia. A melhoria da eficiência energética resulta não apenas em redução de custos operacionais, mas também em uma menor dependência de fontes externas de energia (ZIRR, 2020).

A gestão adequada dos resíduos orgânicos é uma estratégia essencial na utilização de biomassa como fonte de energia. As empresas do agronegócio podem desenvolver sistemas eficientes de coleta, armazenamento e tratamento de resíduos orgânicos, identificando os resíduos mais adequados para a produção de energia. Além disso, a implementação de processos de compostagem pode resultar na produção de fertilizantes orgânicos de alta qualidade, promovendo uma abordagem mais sustentável e fechando o ciclo de nutrientes (GOLDEMBERG, 2010).

O investimento em tecnologias avançadas de conversão de biomassa é outra estratégia relevante. A utilização de sistemas de gaseificação ou pirólise da biomassa pode aumentar a eficiência e a qualidade da produção de energia, além de oferecer a produção de subprodutos de maior valor agregado, como biochar ou biocombustíveis líquidos. O uso de tecnologias avançadas permite um aproveitamento mais completo da biomassa, aumentando a eficiência energética e a diversificação dos produtos obtidos (HODGE, 2018).

Além das tecnologias, a conscientização e capacitação dos colaboradores são aspectos essenciais para o sucesso da utilização da biomassa como fonte de energia. A implementação de programas de capacitação e treinamento pode engajar os colaboradores, conscientizando-os sobre os benefícios da biomassa e envolvendo-os ativamente na busca por práticas mais sustentáveis. A conscientização dos colaboradores cria um ambiente propício à adoção das estratégias mencionadas anteriormente, impulsionando a eficiência energética e a otimização dos processos produtivos (ZIRR, 2020).

Em conclusão, a utilização de biomassa como fonte de energia em empresas do ramo de agronegócio oferece oportunidades para otimização dos processos produtivos. A integração de processos, a melhoria da eficiência energética, a gestão adequada dos resíduos, o investimento em tecnologias avançadas e a conscientização dos colaboradores são estratégias fundamentais nesse sentido. Ao implementar essas estratégias, as empresas podem alcançar uma utilização mais eficiente e sustentável da biomassa, resultando em benefícios econômicos, ambientais e competitivos para o setor do agronegócio.

4.4. VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE BIOMASSA COMO ALTERNATIVA DE GERAÇÃO DE ENERGIA EM EMPRESAS DO RAMO DE AGRONEGÓCIO

A utilização de biomassa como alternativa de geração de energia em empresas do ramo de agronegócio tem despertado interesse significativo sob a perspectiva da Engenharia de Produção. Nesta seção, será analisada a viabilidade dessa abordagem, considerando aspectos técnicos, econômicos e operacionais.

Do ponto de vista técnico, a utilização de biomassa como fonte de energia possui diversas vantagens. As empresas do agronegócio frequentemente possuem um suprimento consistente de resíduos orgânicos, como restos de culturas, cascas

de frutas ou esterco animal, que podem ser aproveitados como biomassa. Além disso, existem tecnologias maduras e comprovadas disponíveis para a conversão da biomassa em energia, como a combustão, gaseificação e digestão anaeróbia. Essas tecnologias podem ser adaptadas às necessidades específicas de cada empresa, permitindo a geração de calor, eletricidade ou até mesmo biocombustíveis (HODGE, 2018).

No aspecto econômico, a utilização de biomassa como fonte de energia pode apresentar benefícios significativos. A redução dos custos de energia, que muitas vezes são um fator relevante para as empresas do agronegócio, é um dos principais atrativos. A biomassa é uma fonte de energia renovável e localmente disponível, o que diminui a dependência de fontes externas e pode resultar em economias significativas a longo prazo. Além disso, a geração distribuída de energia a partir da biomassa pode proporcionar uma maior independência das empresas em relação às concessionárias de energia, aumentando sua autonomia energética (ZIRR, 2020).

Sob a perspectiva operacional, a utilização de biomassa como fonte de energia em empresas do agronegócio pode trazer melhorias significativas. A integração dos processos produtivos com a geração de energia a partir da biomassa pode otimizar a utilização dos recursos disponíveis, reduzindo o desperdício e aumentando a eficiência energética. Além disso, a gestão adequada dos resíduos orgânicos, como a compostagem, não apenas contribui para a produção de energia, mas também promove práticas sustentáveis de manejo de resíduos e preservação ambiental (ROSA, 2015).

Entretanto, é importante considerar os desafios e limitações associados à utilização de biomassa como fonte de energia. A disponibilidade e a qualidade da biomassa podem variar ao longo do ano, exigindo um planejamento cuidadoso para garantir o fornecimento contínuo. Além disso, o investimento inicial em infraestrutura e tecnologias de conversão pode ser significativo, exigindo uma análise cuidadosa dos custos e benefícios a longo prazo (SANTOS; SANTOS, 2018).

Assim, estabelece-se que a utilização de biomassa como alternativa de geração de energia em empresas do ramo de agronegócio apresenta uma viabilidade promissora sob a perspectiva da Engenharia de Produção. Aspectos técnicos favoráveis, benefícios econômicos e melhorias operacionais são fatores positivos. No entanto, é necessário um planejamento adequado, considerando a disponibilidade e qualidade da biomassa, além de uma análise criteriosa dos custos e benefícios, a fim

de garantir a sustentabilidade e eficiência do sistema de geração de energia a partir da biomassa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a pesquisa foi realizada uma análise abrangente sobre a utilização de biomassa como alternativa de geração de energia em empresas do ramo de agronegócio. Os resultados obtidos destacam que a utilização de biomassa como fonte de energia em empresas do agronegócio apresenta benefícios significativos, como a redução das emissões de gases de efeito estufa, a valorização de resíduos orgânicos, a diversificação da matriz energética e o potencial de geração distribuída.

A utilização de biomassa como alternativa de geração de energia em empresas do ramo de agronegócio apresenta-se como uma opção viável e promissora, capaz de trazer benefícios significativos em termos de sustentabilidade, eficiência energética e redução de custos.

Através deste estudo, foi possível identificar os benefícios e desafios dessa abordagem, bem como as tecnologias de conversão mais adequadas, estratégias de otimização dos processos produtivos e a viabilidade sob a perspectiva da Engenharia de Produção.

Através da análise realizada, conclui-se que a utilização de biomassa como fonte de energia possibilita a valorização de resíduos orgânicos, contribuindo para a redução de emissões de gases de efeito estufa e a diminuição da dependência de fontes externas de energia. Além disso, a geração distribuída de energia a partir da biomassa oferece maior autonomia energética às empresas do agronegócio, promovendo uma maior resiliência e independência em relação às concessionárias de energia.

REFERÊNCIAS

BALDAM, Roquemar. **Economia da energia**: fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial. 2ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

BARRETO, WALTER. **Calderas, Vapor y Foguistas**. Montevideo: Ungra, 2020.

BRUNI, Adriano Leal. **A Administração de Custos, Preços e Lucros**. 2 Edição. São Paulo: Atlas, 2006.

CEDE. CONSELHO EMPRESARIAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Resumo Temático** – Energia e Clima. 2017.

COMBIO. **Energias Renováveis**. 2017. Disponível em: <<http://www.combioenergia.com.br/biomassa/>>. Acesso em: 05 de jan. 2023.

FOELKEL, Celso. **Utilização da Biomassa do Eucalipto para Produção de Calor, Vapor e Eletricidade**. Eucalyptus Online Book. Celsius Degree Negocios Em Gestão Do Conhecimento. 2016.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FRANCO, HILÁRIO. **Contabilidade Geral**; 23 Edição. Atlas, 1996.

GOLDEMBERG, José. **Energia e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Blucher, 2010.

GONÇALVES, Eugênio Celso. BAPTISTA, Antônio Eustáquio. **Contabilidade Geral**. 4 Edição. Atlas, 1998.

HODGE, B. K. **Sistemas e aplicações de energia alternativa**. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

LEITE, Nison Ribeiro. MILITÃO, Renato de Abreu. **Tipos e Aplicações de Caldeiras**. Engenheiro De Suprimentos. Disciplina De Fabricação E Montagem De Caldeiras E Trocadores De Calor. 2008. Escola Politécnica – Depto. Enga. Mecânica.

MARTINS. Eliseu. **Contabilidade de Custos**. 9. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

ROSA, Aldo Vieira da. **Processos de energias renováveis**. 3. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

SANTOS, Thauan; SANTOS, Luan. **Economia do meio ambiente e da energia: fundamentos teóricos e aplicações**. 1. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2018.

SHIM, Jae K. e SIEGEL, Joel G. **Financial Management For Nonprofits**. New York, McGraw-Hill, 1997.

ZIRR, Guilherme. **Gestão de custo de energia**. Curitiba: Contentus, 2020.