

EFICIÊNCIA FINANCEIRA NA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL: O PAPEL DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NO CONTROLE DE CUSTOS

Adrian Henrique De Andrade Silva

Ana Carolina De Oliveira Silva

Renato Junior Teixeira Fabrete

RESUMO

Este estudo tem como objetivo investigar a eficiência financeira na produção de carvão vegetal, com foco no papel da Engenharia de Produção no controle de custos. Por meio de um estudo de caso realizado em uma produtora de carvão localizada em Minas Gerais, foi analisado o processo produtivo, desde a manutenção das florestas até a logística de transporte do produto final. Utilizando metodologias de alocação e controle de custos, o trabalho identificou os principais centros de custo e desafios operacionais, como a sazonalidade da produção, a escassez de mão de obra e os altos custos de frete. O estudo propôs estratégias para mitigar esses gargalos, incluindo a otimização de contratos logísticos e a adoção de tecnologias mais eficientes na carbonização. A pesquisa destaca a importância de um planejamento financeiro eficiente para garantir a viabilidade econômica e a competitividade do setor. Conclui-se que a Engenharia de Produção desempenha um papel fundamental na redução de custos e na melhoria da sustentabilidade dos produtores de carvão vegetal.

Palavras-chave: Eficiência financeira, controle de custos, processo produtivo, carbonização, competitividade.

1. INTRODUÇÃO

A engenharia de produção desempenha um papel fundamental na gestão e otimização dos processos produtivos em diversas indústrias. No contexto específico da produção de carvão vegetal, essa disciplina torna-se ainda mais relevante, uma vez que a eficiência operacional e o controle de custos desempenham um papel crucial na competitividade e sustentabilidade das empresas do setor. Nesta perspectiva, o presente

trabalho propõe-se a investigar a importância da engenharia de produção no contexto do planejamento produtivo de um produtor de carvão vegetal, com foco no controle eficaz do centro de custo.

O problema de pesquisa que orienta este estudo é: como realizar um planejamento para reduzir despesas e aumentar o lucro de um produtor de carvão vegetal? Essa problemática surge da necessidade de mitigar os desafios enfrentados pelos produtores de pequeno porte do setor em um ambiente de negócios cada vez mais competitivo, onde a redução de custos e a maximização do lucro são imperativos para a sobrevivência e o crescimento empresarial. A justificativa para este estudo reside na importância estratégica de compreender e aprimorar o controle de custos de produtores de carvão vegetal. Em um mercado globalizado e altamente competitivo, a eficiência operacional e a gestão financeira eficaz são cruciais para garantir a viabilidade econômica e o sucesso empresarial a longo prazo. Além disso, a produção de carvão vegetal enfrenta desafios específicos relacionados à gestão sustentável dos recursos naturais e às demandas crescentes por práticas empresariais responsáveis.

Ao abordar este tema, o presente estudo pretende contribuir para o avanço do conhecimento na área de engenharia de produção, oferecendo insights práticos e soluções aplicáveis para o controle efetivo do centro de custo um produtor de carvão vegetal. Também, fornecerá informações para gestores, acadêmicos e demais profissionais interessados no tema, o que contribui para o desenvolvimento sustentável e a competitividade do setor.

⁵ Adrian Henrique de Andrade é graduando em Engenharia de Produção pela Rede de Ensino Doctum, atualmente no 10º período. Desenvolve pesquisas voltadas para a eficiência financeira e o controle de custos na produção industrial. E-mail: aluno.adrian.silva@doctum.edu.br.

Ana Carolina de Oliveira Silva é graduanda em Engenharia de Produção pela Rede de Ensino Doctum, cursando o 10º período. Atua em estudos de qualidade e produtividade em sistemas produtivos. E-mail: aluno.ana.silva3@doctum.edu.br.

Renato Junior Teixeira Fabrete é graduando em Engenharia de Produção pela Rede de Ensino Doctum, no 10º período. Tem interesse em áreas relacionadas à otimização de processos e gestão de operações industriais. E-mail: aluno.renato.junior@doctum.edu.br.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Produção do Carvão Vegetal

A produção de carvão vegetal ocupa uma posição estratégica tanto no contexto da agricultura familiar quanto no setor siderúrgico, desempenhando um papel crucial na geração de renda para pequenos agricultores e no fornecimento de insumos energéticos para a indústria, especialmente na produção de ferro-gusa e aço. De acordo com Bauer et al. (2015), essa atividade é essencial para a subsistência de muitas famílias, especialmente em áreas rurais onde há poucas alternativas econômicas. Realizada frequentemente com técnicas artesanais, a produção de carvão vegetal complementa a renda de agricultores e promove o uso de recursos locais, como madeira oriunda de reflorestamentos. Contudo, desafios relacionados à organização e eficiência produtiva limitam o potencial de crescimento econômico dessa atividade, destacando a necessidade de estratégias de desenvolvimento técnico.

A pesquisa de Souza (2013) reforça que a produção de carvão vegetal em pequena escala possui grande potencial de sustentabilidade, especialmente quando combinada a práticas de manejo florestal planejadas e ao uso de tecnologias mais modernas. No setor industrial, o carvão vegetal é um insumo fundamental para a siderurgia brasileira, sendo amplamente utilizado como fonte de carbono renovável. Essa característica posiciona o Brasil como um dos poucos países a adotar o carvão vegetal em larga escala para fins industriais, promovendo uma matriz energética mais limpa e alinhada às metas de sustentabilidade ambiental.

A interação entre a produção familiar e o setor industrial representa uma oportunidade única para fomentar o desenvolvimento rural sustentável. Bauer et al. (2015) apontam que o fortalecimento da produção de carvão vegetal depende de políticas públicas que promovam o acesso a tecnologias apropriadas e a capacitação dos agricultores. Além disso, Souza (2013) ressalta que a organização dos pequenos produtores em cooperativas é uma estratégia viável para integrá-los de forma mais efetiva à cadeia produtiva, garantindo maior estabilidade econômica e um

fornecimento confiável de matéria-prima para a indústria siderúrgica. Dessa forma, a produção de carvão vegetal mostra-se como uma atividade de importância variada, cujas possibilidades de crescimento sustentável estão diretamente ligadas à eficiência econômica, à sustentabilidade ambiental e ao fortalecimento dos laços entre agricultura familiar e indústria.

Contudo, a engenharia de produção desempenha um papel estratégico ao introduzir ferramentas que otimizem processos e reduzam desperdícios, favorecendo tanto os pequenos produtores quanto as indústrias consumidoras. Souza (2013) destaca a importância da capacitação técnica e do incentivo ao uso de tecnologias mais eficientes como caminhos para aumentar a produtividade e assegurar a sustentabilidade ambiental. Ao integrar ferramentas e metodologias da engenharia de produção, é possível aumentar a competitividade da produção de carvão vegetal, permitindo que pequenos produtores superem desafios relacionados ao controle de custos e à eficiência produtiva, o que favorece a expansão econômica e a sustentabilidade do setor.

2.2 Gestão de Custos

O presente estudo investiga a eficiência financeira na produção de carvão vegetal, com ênfase no papel da Engenharia de Produção no controle de custos. A produção de carvão vegetal é uma atividade industrial que envolve diversos processos, desde a coleta da matéria-prima até a distribuição do produto final. Nesse contexto, a gestão eficaz dos custos desempenha um papel crucial na competitividade e sustentabilidade do negócio. Como destaca Hansen e Mowen (2012), a gestão financeira eficiente é um dos pilares para garantir a viabilidade das pequenas produções, sendo a estruturação de um sistema de controle de custos fundamental para alcançar melhores resultados econômicos.

A identificação e classificação dos centros de custo são fundamentais para uma gestão eficiente. Hansen e Mowen (2012) destacam a importância de identificar áreas específicas da operação onde os custos são acumulados, como matéria-prima, mão-de-obra, manutenção de equipamentos e logística. Essa classificação permite uma análise detalhada dos custos associados a cada parte do processo produtivo, oferecendo uma base sólida para o planejamento e a tomada de decisões.

O estabelecimento de métodos de alocação de custos é outra etapa crucial no controle financeiro. Santos, Silva e Barreto (2018) discutem estratégias de alocação que podem ser aplicadas na produção de carvão vegetal, incluindo alocação direta, por volume e por tempo de trabalho. Esses métodos garantem que os custos sejam atribuídos de forma precisa e equitativa aos produtos ou processos responsáveis por sua geração. A utilização dessas metodologias proporciona maior transparência no controle de custos, o que facilita a identificação de pontos de melhoria e otimização dos processos.

A implementação de ferramentas de controle de custos é essencial para monitorar e gerenciar os custos ao longo do tempo. Lyrio, Almeida e Portugal (2017) oferecem uma abordagem simples e objetiva para análise de custos, que pode ser aplicada na indústria de carvão vegetal. Essas ferramentas permitem o monitoramento regular dos custos em cada centro de custo, a análise de desvios entre custos planejados e reais, e a implementação de medidas corretivas para otimizar a eficiência financeira. Além disso, a introdução de tecnologias de gestão de processos contribui para a automação de tarefas repetitivas e a melhoria da precisão nos cálculos de custos, proporcionando uma base sólida para decisões estratégicas.

Portanto, o controle eficiente de custos na produção de carvão vegetal requer uma abordagem integrada que envolve a identificação e classificação dos centros de custo, o estabelecimento de métodos de alocação de custos e a implementação de ferramentas de controle. A aplicação dos conceitos e metodologias propostos pelos autores mencionados contribui para uma gestão financeira eficaz e sustentável na indústria de carvão vegetal, permitindo que pequenos produtores, com o apoio da engenharia de produção, possam otimizar suas operações e garantir a competitividade no mercado.

3. METODOLOGIA

Neste estudo sobre a eficiência financeira na produção de carvão vegetal, será apresentado uma abordagem metodológica qualitativa de natureza aplicada. Inspirados pelo modelo de pesquisa aplicada proposto por Gil (2023), o objetivo é

gerar conhecimento prático para resolver desafios específicos encontrados na produção de carvão vegetal, com foco no papel da Engenharia de Produção no controle de custos.

Diante da perspectiva de Lakatos e Marconi (2022), será empregado uma abordagem qualitativa exploratória, o que permite uma análise holística e aprofundada dos fatores que influenciam a eficiência financeira na produção de carvão vegetal. Integra-se a compreensão qualitativa dos processos e práticas de gestão com a análise detalhada de dados financeiros e operacionais.

Quanto aos objetivos da pesquisa, alinha-se a uma abordagem com a visão de Vergara (2018), que adota objetivos exploratórios para compreender em profundidade os fatores que impactam a eficiência financeira na produção de carvão vegetal. Para alcançar esses objetivos, empregam-se diversos procedimentos técnicos, conforme sugerido por Lozada e Nunes (2019).

Trata-se de uma pesquisa de campo com uma produtora situado no Médio Piracicaba, em Minas Gerais, que contém 18 hectares de floresta plantada, destinada a produção de carvão vegetal, em que os registros se encontram no apêndice 1. Suas práticas de gestão e desempenho financeiro, complementa-se as abordagens com levantamentos por meio de um estudo de caso, visando obter informações sobre suas percepções e práticas em relação à eficiência financeira.

Essa combinação de abordagens e procedimentos metodológicos permitirá uma análise abrangente e integrada dos fatores que influenciam a eficiência financeira na produção de carvão vegetal, destacando o papel fundamental da Engenharia de Produção no controle de custos.

4. RESULTADOS E DISCUÇÕES

4.1 Processo

Inicialmente, são apresentados os principais resultados obtidos a partir da análise da eficiência financeira na produção de carvão vegetal. Os dados adquiridos permitiram uma avaliação detalhada das variáveis que influenciam diretamente os custos operacionais em cada etapa do processo produtivo.

Foram analisados os custos associados às diversas fases da produção, incluindo a manutenção das florestas, mão de obra e operações como corte da madeira, preparação para o transporte, enchimento dos fornos, carbonização e transporte do carvão para venda como descrito no Fluxograma 1. Com base nas metodologias aplicadas, foi possível identificar os custos detalhados de cada processo, que serão apresentados no Quadro 1, abordando as seguintes etapas:

A primeira etapa do processo é o plantio do eucalipto. A produtora rural entrevistada participa de um programa de fomento promovido por uma siderurgia local. Nesse programa, a siderurgia fornece gratuitamente mudas de eucalipto para o número de hectares disponíveis na propriedade, desde que o produtor priorize a venda do carvão gerado para a própria siderurgia. Isso elimina os custos iniciais do plantio, restando apenas as despesas com a manutenção futura da floresta.

Após cinco anos, a produtora pode realizar o primeiro corte dos eucaliptos, dando início à produção de carvão vegetal. O corte é feito de maneira manual, utilizando motosserras, e leva em média três dias para obter a quantidade de madeira suficiente para abastecer os fornos. A sua propriedade conta com 12 fornos no total.

O segundo passo consiste em organizar e cortar a lenha no tamanho adequado para o enchimento dos fornos, o que leva aproximadamente dois dias. Em seguida, a madeira é transportada para as áreas próximas aos fornos. Esse transporte pode ser feito de duas formas: por tração animal, utilizando burros em áreas de difícil acesso, ou mecanicamente, com um pequeno trator.

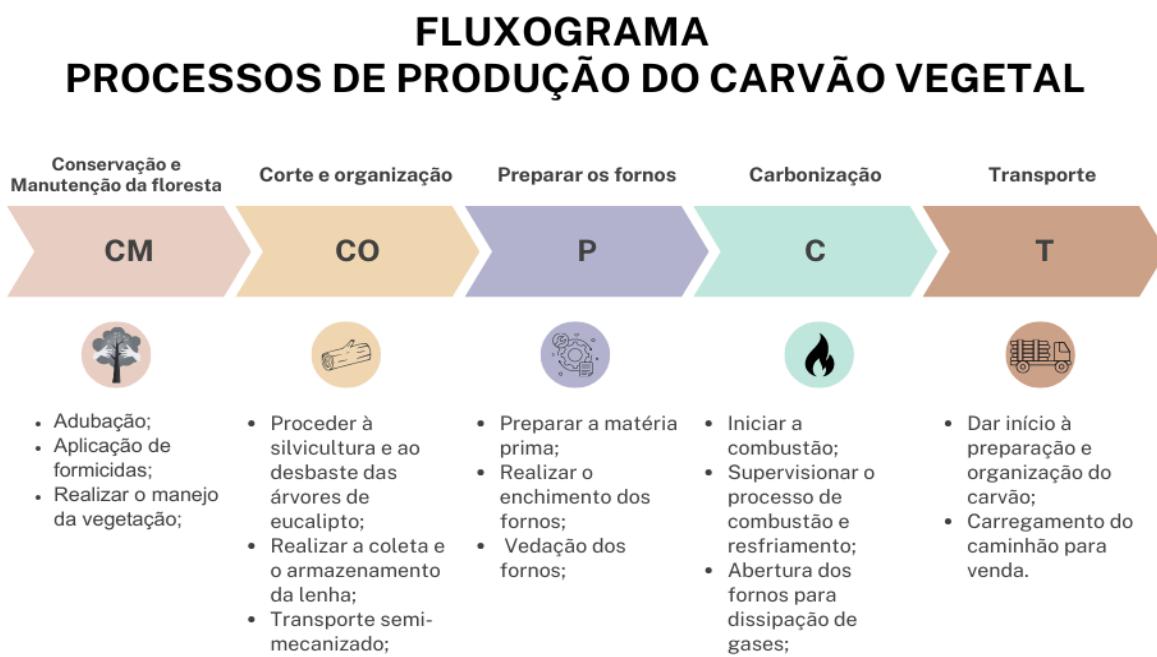
Com a madeira posicionada nas praças, começa o processo de enchimento dos fornos, realizado por três trabalhadores autônomos. Esse processo demora cerca de dois dias, incluindo o fechamento das portas dos fornos com barro (processo conhecido como "barrelamento") e a ignição da copa para dar início à carbonização.

A carbonização, por sua vez, dura em média quatro dias. Durante esse período, um dos trabalhadores se encarrega da vigilância dos fornos, monitorando a cor da fumaça que sai da copa para garantir que a queima ocorra de forma correta. Após esse processo, as copas dos fornos são fechadas com barro para selar completamente o ambiente e eliminar o oxigênio, garantindo o "cozimento" definitivo da madeira. Assim, após toda a carbonização, os fornos iniciam o resfriamento em

seguida é feita a abertura das portas para que possa sair todos os gases produzidos durante o processo, e durante algumas horas o carvão vegetal fica pronto.

A última etapa é o carregamento do carvão em um caminhão para transporte até a siderurgia. A produtora rural não possui frota própria, contratando um serviço de frete para cada viagem de entrega. O carregamento é feito manualmente por três trabalhadores, que levam cerca de quatro horas para encher o caminhão, utilizando balaios para retirar o carvão dos fornos e jogá-lo no veículo.

Fluxograma 1 – Processo produtivo do carvão vegetal



Fonte: Autores, 2024.

4.2 Custos

4.2.1 Identificação dos centros de custos

No presente estudo, foi realizada uma análise detalhada que abrangeu todos os custos relevantes, desde o corte até a logística final. Para facilitar essa

identificação, os custos foram organizados em categorias que refletem as diversas etapas da produção. O quadro 1, a seguir, apresenta a consolidação dos dados obtidos, permitindo uma visão clara e detalhada dos valores aproximados atribuídos a cada etapa, possibilitando uma avaliação precisa das áreas onde há maior impacto financeiro.

Quadro 1 – Apresentação dos custos da Produção

CUSTO DA PRODUÇÃO	POR GAIOLA	MENSAL	SEMESTRAL	ANUAL
CORTE (OPERADOR-MOTOSERRA)	R\$ 300,00	R\$ 1.800,00	R\$ 10.800,00	R\$ 21.600,00
JUNTAR LENHA	R\$ 160,00	R\$ 960,00	R\$ 5.760,00	R\$ 11.520,00
TRANSPORTE DA MADEIRA	R\$ 320,00	R\$ 1.920,00	R\$ 11.520,00	R\$ 23.040,00
ENCHER FORNO	R\$ 480,00	R\$ 2.880,00	R\$ 17.280,00	R\$ 34.560,00
CARBONIZAÇÃO	R\$ 320,00	R\$ 1.920,00	R\$ 11.520,00	R\$ 23.040,00
CARREGAMENTO DO CAMINHAO	R\$ 540,00	R\$ 3.240,00	R\$ 19.440,00	R\$ 38.880,00
FRETE	R\$ 3.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 108.000,00	R\$ 216.000,00
TOTAL	R\$ 5.120,00	R\$ 30.720,00	R\$ 184.320,00	R\$ 368.640,00

Fonte: Autores,2024.

Além dos custos operacionais diretos, a produtora também enfrentou despesas relacionadas à manutenção da floresta, especificamente com produtos destinados a proteger sua plantação de eucalipto contra infestações de insetos, conhecidos como “formicidas”. Geralmente ela gasta cerca de R\$ 320,00 por hectare (Ha) de área plantada. Considerando que sua propriedade possui aproximadamente 18 Ha de eucalipto, isso resulta em um gasto anual de R\$ 11.520,00 reais com formicida.

Entretanto, outro aspecto fundamental para a continuidade das atividades produtivas de qualquer empresa é o cumprimento das exigências legais e fiscais. No setor de produção de carvão vegetal, existem taxas específicas que precisam ser pagas ao governo para garantir a regularização e o direito de operar de forma legal.

Essas taxas, que podem variar conforme a localização e o porte da produção, são obrigatórias para que o produtor tenha a licença de funcionamento e cumpra as normas ambientais e de segurança estabelecidas pela legislação.

No caso específico da produtora apresentada neste estudo, um fator relevante para a redução de custos é o diferencial da isenção do Imposto sobre Circulação de

Mercadorias e Serviços (ICMS), conforme estabelecido pelo Decreto nº 43.080, de 13 de dezembro de 2002 (Decreto nº 48.644, de 30/06/2023).

Dessa forma, a ausência desse imposto reflete diretamente no custo final da produção, como pode ser observado no quadro 2 a seguir, que detalha os tributos obrigatórios e exclui o ICMS devido à isenção garantida ao produtor.

O Quadro 2 apresenta as principais taxas pagas pela produtora, destacando o valor de cada uma e sua frequência de pagamento, evidenciando sua importância no custo total de produção.

Quadro 2- Custos De Taxas / Impostos

CUSTOS DE TAXAS		
Imposto de Renda Pessoa Física- IRPF	27,50%	SOBRE O VALOR DE RECEITA BRUTA ANUAL
Instituto Nacional Seguro Social- INSS	1,50%	PARA CADA NOTA FISCAL EMITIDA DE VENDA
Cadastro Técnico Federal - CTF- IBAMA	R\$ 112,10	ANUAL
Declaração de Colheita Florestal - DCF Taxa Florestal	R\$ 1.184,00	VALOR CORRESPONDENTES A 400 M ³ (SUA DEMANDA MENSAL)

Fonte: Autores, 2024

4.2.2 Métodos de alocação

Diante do cenário da produção de carvão vegetal, existem vários desafios ao longo dos períodos, que impactam diretamente na produção. Por esses fatores, é necessário realizar uma alocação de custos eficiente, para que a produtora esteja amparada em todas as eventualidades que ocorre, como por exemplo a época de chuvas, a escassez de mão de obra, a baixa de preço para venda nas usinas.

Com base nos custos apresentados no quadro 1 e aplicando o método de Santos, Silva e Barreto (2018), podemos observar que os principais gargalos na produção de carvão vegetal estão relacionados ao transporte da madeira, frete e carregamento dos caminhões. Esses itens representam uma parte significativa dos custos anuais, especialmente o frete, que sozinho totaliza R\$ 216.000,00 por ano, além dos custos de transporte e carregamento que somam R\$ 61.920,00.

Esses fatores, em conjunto, têm um impacto direto nos custos operacionais, especialmente durante os meses mais desafiadores, como os períodos chuvosos, em

que a produção de carvão vegetal é naturalmente mais lenta. A escassez de mão de obra nesses períodos também agrava os problemas operacionais, aumentando os custos com tempo de trabalho, já que a produção fica mais dependente de condições externas. Além disso, a carbonização, que tem um custo anual de R\$ 23.040,00, é afetada negativamente pelas condições climáticas, pois o excesso de umidade prolonga o tempo de queima da madeira.

Para mitigar esses desafios e melhorar a eficiência financeira da produtora, é essencial adotar estratégias que abordem diretamente os gargalos identificados. A otimização dos contratos de frete ou a busca por alternativas logísticas, como a logística colaborativa, podem reduzir os custos com transporte. Investir em tecnologias mais eficientes de carbonização também é uma solução viável para diminuir os impactos dos períodos chuvosos, melhorando a produtividade mesmo em condições adversas. Um ótimo exemplo seria a implementação de fornos de carbonização conhecidos como “rabo quente”. É um tipo de forno mais eficiente e sustentável em comparação com os tradicionais. Ele utiliza do calor residual para aumentar a eficiência da carbonização, diminuindo o tempo de processo e evitando a emissão de substâncias poluentes.

Outra medida que pode ser adotada adequada ao perfil da produtora rural é adotar práticas de otimização no uso dos recursos já disponíveis, como o aperfeiçoamento da gestão do corte da lenha e o seu armazenamento em áreas cobertas improvisadas, como lonas ou abrigos temporários. Além disso, a produtora pode criar um banco de mão de obra temporária, capacitando trabalhadores para serem contratados em períodos de maior necessidade, garantindo flexibilidade operacional.

Dessa forma, com uma análise detalhada e a implementação dessas estratégias, a produtora de carvão vegetal pode não apenas reduzir seus custos, mas também melhorar sua resiliência diante dos desafios sazonais, garantindo a viabilidade econômica de sua operação ao longo do ano.

4.2.3 Ferramentas de controle de custos

A gestão financeira é um aspecto crucial para o sucesso de qualquer empreendimento, especialmente para pequenos produtores que enfrentam desafios importantes em um mercado competitivo. No contexto da produção de carvão vegetal, a implementação de ferramentas de custos pode ser decisiva para a sustentabilidade e o crescimento dos negócios. A produtora rural visitada realiza o controle de todos os seus custos anotando-os manualmente em uma caderneta. Embora ela registre seus gastos, não consegue identificar com precisão seu lucro, o que dificulta a tomada de decisões estratégicas. Uma das soluções simples, porém, eficaz é a criação de uma planilha de Excel que permite a produtora inserir os valores finais recebidos pela venda de seu produto, possibilitando uma análise clara e objetiva dos lucros.

Esta ferramenta proporcionará um controle específico sobre as receitas e despesas relacionadas à produção de carvão vegetal, permitindo que a produtora identifique de forma rápida e precisa sua margem de lucro. A planilha servirá não apenas como um registro de vendas, mas também como um instrumento para a tomada de decisões estratégicas, como ajustes nos preços, redução de custos e mão de obra.

No entanto, o uso de uma planilha de Excel é uma alternativa acessível e prática para pequenos produtores, que não podem ter acesso a softwares de gestão mais sofisticados. Com essa implementação, esperamos capacitar a produtora para tomar decisões mais informadas e embasadas, contribuindo para a sua estabilidade financeira e para o fortalecimento de seu negócio.

Nesta planilha de Excel criada especificamente para essa aplicação, possibilita a automatização do cálculo de margens de lucro e a visualização clara de receitas e despesas. A planilha foi estruturada com o intuito de ser uma ferramenta de fácil manuseio, porém eficiente, capaz de integrar todas as variáveis essenciais para a análise de desempenho financeiro. A produtora, ao inserir os valores referentes à venda de carvão na coluna “A”, terá automaticamente os custos fixos (colunas “B”, “C” e “D”) subtraídos, gerando o lucro líquido na coluna “E” de forma instantânea, através de fórmulas previamente configuradas. Isso permite a visualização imediata do impacto financeiro de cada transação, facilitando o ajuste de preços e a alocação de recursos, representados no quadro 3.

Quadro 3 – Tabela excel controle de custos

Valor recebido pela carga	Custo de produção por gaiola	Frete por gaiola	Taxas fixas (Inss, Ibama, Irpf, Taxa florestal)	Lucro líquido por gaiola	Data do recebimento
R\$ 20.800,00	R\$ 2.120,00	R\$ 3.000,00	R\$ 6.136,64	R\$ 9.543,36	01/10/2024
	R\$ 2.120,00	R\$ 3.000,00	R\$ 6.136,64		
	R\$ 2.120,00	R\$ 3.000,00	R\$ 6.136,64		
	R\$ 2.120,00	R\$ 3.000,00	R\$ 6.136,64		
	R\$ 2.120,00	R\$ 3.000,00	R\$ 6.136,64		

Fonte: Autores, 2024

A utilização desta ferramenta proporcionará um controle financeiro eficiente e sistemático, possibilitando a identificação de pontos de redução de custos, aumento de eficiência produtiva e, consequentemente, maior previsibilidade no fluxo de caixa. Dessa forma, a planilha servirá não apenas como um registro, mas como uma base para decisões estratégicas, levando a um melhor planejamento e gestão do negócio.

Com a adoção desse método de controle, espera-se que a produtora consiga realizar um gerenciamento mais preciso de sua operação, embasando suas decisões com informações detalhadas e processadas em tempo real. Isso promove a sustentabilidade financeira e a capacidade de crescimento do negócio ao longo do tempo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou a importância da aplicação dos princípios de Engenharia de Produção na gestão e controle de custos na produção de carvão vegetal. A análise detalhada dos centros de custo permitiu identificar os principais fatores que afetam a eficiência financeira, como transporte, frete e mão de obra, especialmente em períodos críticos, como a estação chuvosa. A alocação eficiente de custos e a implementação de ferramentas de controle revelaram-se essenciais para otimizar os processos produtivos e garantir a sustentabilidade do negócio. Além disso, a adoção de tecnologias mais eficientes, como os fornos de carbonização do tipo "rabo quente", e a implementação de estratégias de logística colaborativa destacam-se como soluções práticas para mitigar os desafios enfrentados

A combinação dessas práticas com um controle específico de custos e planejamento estratégico pode aumentar a competitividade e a longevidade do empreendimento. Este estudo reforça a relevância da Engenharia de Produção na criação de soluções aplicáveis e sustentáveis para o setor de carvão vegetal, promovendo não apenas a eficiência financeira, mas também um equilíbrio entre o desenvolvimento

Portanto, sugere-se que pesquisas futuras investiguem a previsão da substituição dos fornos tradicionais por modelos mais eficientes, atualizando o processo de carbonização e reduzindo emissões. Além disso, é válido estudar o impacto do investimento em maquinários especializados, capazes de aumentar a produtividade e mitigar a dependência de mão de obra durante períodos de condições climáticas adversas. Outras possibilidades incluem a automação de processos e o uso de tecnologias digitais para aprimorar o controle de custos e a gestão logística. Dessa forma, a continuidade desta pesquisa pode ampliar a aplicação da Engenharia de Produção, consolidando práticas mais inovadoras e sustentáveis na produção de carvão vegetal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCELLOS, Daniel Câmara. Forno de carvão rabo-quente. 2020. Disponível em: <https://danielbar.com/para-de-carvao-rabo-quente>. Acesso em: 15 set. 2024.

BAUER, Eliane et al. A produção de carvão vegetal na agricultura familiar do Sul do Brasil: retrato de uma realidade escondida. PerCursos, Florianópolis: v. 16, n. 30, p. 99-121, 2015.

BOOSTEL, Ísis; REIS, Zaida C. Gestão de custos, riscos e perdas.: SAGAH. Porto Alegre: Grupo A, E-book. p. Capa. ISBN 9788595028623, 2019.

GIL, Antonio C. Metodologia do Ensino Superior: Presencial, a Distância e Híbrido. 1ª edição. Grupo GEN. São Paulo: atlas, 2023.

HANSEN, Don R.; MOWEN, MARYANNE M. Gestão de Custos: Contabilidade e Controle. São Paulo: Cengage Learning Brasil, E-book. p. Capa. ISBN 9788522109364, 2012.

KUAZQUI, Edmir. Planejamento Estratégico: São Paulo: Cengage Learning Brasil, E-book. p. Capa. ISBN 9788522122523, 2015.

LYRIO, Eduardo F.; ALMEIDA, Sidmar Roberto V.; PORTUGAL, Guilherme T. Análise de Custos: uma Abordagem Simples e Objetiva. São Paulo: Editora Manole, 2017.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. Metodologia Científica. Grupo GEN, São Paulo: Atlas, 2022.

MINAS GERAIS. Decreto nº 43.080, de 13 de dezembro de 2002. Disponível em: https://www.f.mg.gov.br/emp/legislacao_tributaria/ric/parte_geral.pdf. Acesso em: 10 ago. 2024.

NAKAO, Sílvio H. Contabilidade Financeira no Agronegócio. Rio de Janeiro: Atlas, E-book. p. [30]. ISBN 9788597012156., 2017.

SANTOS, Aline Alves dos; SILVA, Fabiane Padilha da; BARRETO, Jeanine dos S. et al. Gestão de Custos. SAGAH. Porto Alegre: Grupo A, E-book. ISBN '9788595026766, 2018.

SOUZA, Marina Carrieri de. Cadeias produtivas do carvão vegetal na agricultura familiar no Sul do Brasil. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia de

Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

VERGARA, Sylvia C. *Métodos de Pesquisa em Administração*. 6^a edição.: Grupo GEN, São Paulo: Atlas, 2015.

APÊNDICE

APENDICE A- PESQUISA DE CAMPO



