



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

PAULO VICTOR MOREIRA DA SILVEIRA

**ANÁLISE DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DE CAVACOS DE MADEIRA
PRODUZIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS MADEIREIROS URBANOS: UM
ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA NO RIO DE JANEIRO**

Prof. Dr^a. Vanessa Maria Basso
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ
JUNHO – 2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

PAULO VICTOR MOREIRA DA SILVEIRA

**ANÁLISE DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DE CAVACOS DE MADEIRA
PRODUZIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS MADEIREIROS URBANOS: UM
ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA NO RIO DE JANEIRO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr^a. Vanessa Maria Basso
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ
JUNHO – 2019

**CUSTOS DE PRODUÇÃO DE CAVACOS DE MADEIRA PRODUZIDOS A PARTIR
DE RESÍDUOS MADEIREIROS URBANOS: UM ESTUDO DE CASO DE UMA
EMPRESA NO RIO DE JANEIRO**

PAULO VICTOR MOREIRA DA SILVEIRA

Aprovada em: 17/06/2019

Banca Examinadora:

Prof. Dr^a. Vanessa Maria Basso – UFRRJ
Orientador

Prof. Ms. Hugo Barbosa Amorim – UFRRJ
Membro

Prof. Dr. Francisco José de Barros Cavalcanti – UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha mãe, Rejane.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força nos momentos difíceis

A minha mãe, Rejane, pelo amor e apoio incondicional, por tudo que a senhora abriu mão para garantir um ensino de qualidade para mim e meus irmãos, o que me permitiu chegar até aqui.

A meus dois irmãos mais velhos, Carlos Eduardo e Pedro Henrique, por todo ensinamento de vida e profissional, pelo carinho e amor.

A minha Avó, Maria Moreira, por todo suporte que deu para minha mãe nesses tempos difíceis.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro que me ajudou a me desenvolver como pessoa e profissional, permitindo conhecer pessoas incríveis e viver momentos únicos.

A Flora Júnior e todos os amigos que conheci nessa empresa maravilhosa que contribuíram para eu ser quem eu sou e terem acreditado em mim em todos os momentos.

A professora Vanessa Maria Basso, pela incrível orientação, conselhos, paciência e amizade, se dispondo a me atender em todos os momentos.

Aos membros da banca, professores Hugo Amorim e Francisco J. B. Cavalcanti, pelas contribuições para esse trabalho.

A minha segunda família, representada pela Claudia, Valmir, Isabella e João, por todo carinho, respeito e amor.

Aos amigos da turma 2014-2 de Engenharia Florestal da UFRRJ, em especial para a Mariana Ribeiro e Raissa Nascimento. Sempre guardarei vocês no meu coração.

Aos meus colegas de estágio, que me ajudaram muito no meu desenvolvimento pessoal e profissional, em especial ao meu chefe, Edilson por todo apoio e confiança no meu trabalho.

Aos amigos que fiz no estágio no Horto Florestal de Guaratiba, em especial para minha supervisora Milena

Aos amigos que fiz no estágio de férias na Estação Experimental de Itatinga, em especial para a Laura, Milena e Gabriel

Aos amigos que fiz no Santa Mônica Centro Educacional, em especial para a Gabriela Mayrink, hoje minha colega de profissão

A minha amiga de infância, Gabrielle Ferreira pela amizade e por sempre ser meu suporte nos momentos difíceis.

Aos grandes amigos que fiz durante minha trajetória de vida

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

A preocupação sobre a garantia do fornecimento de energia tornou-se um tema debatido no Brasil e no mundo por se tratar de um insumo fundamental para o desenvolvimento das nações. Nesse aspecto, fontes alternativas de energia e tecnologias mais eficientes vêm sendo desenvolvidas para garantir o fornecimento de uma energia limpa, de qualidade e com preço acessível. No Brasil as Usinas Termelétricas, com uso de combustíveis fósseis, foram estabelecidas como um recurso complementar às fontes hidráulicas, mas passaram a ser usadas constantemente devido à crise hídrica sofrida pelo País, o que elevou o custo da energia fornecida, já que esse tipo de Usina possui um custo de operação elevado. Nesse contexto, a biomassa é apontada como fonte de energia alternativa, limpa, renovável e de baixo custo e que atende aos critérios de qualidade exigidos. No cenário atual, diversas empresas adotaram os cavacos de madeira como fonte de energia, com potencial de redução dos custos de geração de energia. Dessa forma, esse trabalho foi desenvolvido a partir de um estudo de caso de uma empresa produtora de cavacos de madeira a partir de resíduos madeireiros urbanos com objetivo de estimar custo de produção de cavacos de madeiras de forma que ateste o potencial econômico desse produto. Para a estimativa dos custos operacionais, utilizou-se da metodologia proposta pela FAO em 1956 segundo Machado e Malinovski (1988), separando os custos em fixos, variáveis e administrativos. Foram utilizados valores estimados e reais fornecidos pela empresa. Para a determinação do custo de produção, foi feita a razão entre o custo operacional, calculado nesse trabalho, e a produtividade da empresa. A produção de cavacos de madeira da empresa em estudo apresentou um custo de produção de R\$ 19,10/m³ no ano de 2018. Esse valor foi 27,34% superior ao que foi estimado pela empresa, onde se esperava um custo de produção de R\$ 15,00 para aquele ano. Essa diferença é explicada pelas constantes interrupções da central de reciclagem, onde o equipamento operou 860 horas a menos do que era planejado, refletindo diretamente no custo de produção. A falta de indicadores e registros detalhados por parte da empresa são fatores que dificultaram o planejamento operação, contribuindo para o resultado muito aquém do esperado.

Palavras-chave: Usinas Termelétricas, geração de energia, central de reciclagem.

ABSTRACT

The concern about the guarantee of energy supply has become an issue debated in Brazil and in the world because it is a fundamental input for the development of nations. In this respect, alternative sources of energy and more efficient technologies have been developed to ensure the supply of clean, quality and affordable energy. In Brazil, the Thermal Power Plants, with the use of fossil fuels, were established as a complementary resource to the hydraulic sources, but began to be used constantly due to the water crisis suffered by the country, which increased the cost of energy supplied, since this type of plant has a high operating cost. In this context, biomass is identified as an alternative, clean, renewable and low-cost energy source that meets the required quality criteria. In the current scenario, several companies have adopted wood chips as an energy source, with potential for reducing energy generation costs. Thus, this work was developed from a case study of a company producing wood chips from urban wood waste in order to estimate the cost of wood chips production in a way that attests to the economic potential of this product. To estimate operational costs, the methodology proposed by FAO in 1956 was used according to Machado and Malinovski (1988), separating the costs into fixed, variable and administrative costs. Estimated and actual values provided by the company were used. To determine the production cost, the ratio between the operational cost, calculated in this work, and the company's productivity was made, data obtained in the company's system. The production of wood chips of the company under study presented a production cost of R\$ 19.10/m³ in the year 2018. This value was 27.34% higher than what was estimated by the company, where a production cost of R\$ 15.00 was expected for that year. This difference is explained by the constant interruptions of the recycling center, where the equipment operated 860 hours less than planned, reflecting directly in the production cost. The lack of indicators and detailed records on the part of the company are factors that hindered the planning operation, contributing to the result much lower than expected.

Keywords: Thermal Power Plants, power generation, recycling center.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1. Mercado e utilização dos cavacos de madeira	2
2.2. Custos de produção	3
2.3. Custo operacional	3
2.3.1. Custos fixos	3
2.3.1.1. Depreciação	4
2.3.2. Custos Variáveis	4
2.3.2.1. Combustível.....	4
2.3.2.2. Manutenções e Consertos	5
2.3.2.3. Custo com pessoal operacional e de manutenção.....	5
2.3.3. Custos de administração	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1. Caracterização da área de estudo	5
3.2. Caracterização do sistema.....	5
3.3. Central de reciclagem	7
3.4. Pás carregadeiras.....	7
3.5. Custo de produção	8
3.6. Custo operacional	8
3.6.1. Custos fixos	9
3.6.1.1. Depreciação	9
3.6.2. Custos variáveis	9
3.6.2.1. Combustível.....	9
3.6.2.2. Manutenções e reparos	9
3.6.2.3. Pneus.....	10
3.6.2.4. Custo com pessoal operacional e de manutenção.....	10
3.6.3. Custos de administração	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
4.1. Custo operacional	10
4.1.1. Pás carregadeiras	11
4.1.2. Central de reciclagem	13
4.2. Custo de produção	15
4.2.1. Resultados da empresa.....	15
4.2.1.1. Otimização dos resultados da empresa	16
5. CONCLUSÕES.....	16
6. RECOMENDAÇÕES	16
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Especificações técnicas da central de reciclagem para processamento de resíduos madeireiros em cavacos de madeira.	7
Tabela 2. Especificações técnicas das pás carregadeiras utilizadas na empresa no sistema de produção de cavacos de madeira.	8
Tabela 3. Custos operacionais, em reais por horas efetivas de trabalho, das pás carregadeiras no período estudado.	11
Tabela 4. Custo operacional, em reais por horas efetivas de trabalho, da Central da Reciclagem, no período estudado.	14

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma do processo produtivo de cavacos de madeira.....	6
Figura 2. Sistema de produção de cavacos de madeira da empresa em estudo.....	7
Figura 3. Pá carregadeira Komatsu modelo WA200-6. Fonte: Komatsu.....	8
Figura 4. Custos por motivos de paradas para cada pá carregadeira em 2018.....	12
Figura 5. Área de operação da "MA2" no pátio da empresa. Fonte: Próprio autor.....	13
Figura 6. Separação manual de impurezas misturadas aos resíduos. Fonte: Próprio autor.....	15

1. INTRODUÇÃO

A energia é um insumo essencial à sociedade, indispensável ao desenvolvimento socioeconômico das nações. Devido a isso, preocupações sobre a garantia do fornecimento de energia vêm crescendo no Brasil e no mundo (EPE, 2018). Ainda segundo a EPE (2018), essas preocupações estão promovendo o desenvolvimento e uso de fontes e tecnologias mais eficientes energeticamente.

Fontes de energia derivadas do petróleo, como o gás natural, gasolina, óleo diesel, entre outras, são combustíveis fósseis e, por tanto, denominados como fontes não renováveis de energia, sendo assim recursos finitos. Preocupados com a disponibilidade de energia disponível no país, o Brasil instituiu a Lei n. 9478 de 1997, que “dispõe sobre os rumos do setor energético nacional, preconiza a utilização de fontes renováveis de energia, por serem fontes de menores impactos e que possuem o potencial de suprir a demanda energética nacional”. O Ministério de Minas e Energia (MME) em 2019 afirma que as fontes renováveis chegaram a representar 90,2% da energia elétrica interna com base o mês de janeiro de 2019.

Dessa forma, o Brasil dispõe de uma capacidade instalada para geração de energia elétrica predominantemente renovável, onde a fonte hidráulica se destaca com 63,9% dessa capacidade, seguida pela biomassa representando 9%, eólica 8,8%, solar 1,5% e as fontes não renováveis somam 16,8% (MME, 2019).

A energia proveniente de fontes hidráulicas é atualmente a principal fonte de energia elétrica nacional, devido sua eficiência, competitividade econômica e abundância a nível nacional, representando 81% de toda geração da energia elétrica interna e utilizando da geração térmica em complementação à fonte hídrica (MME, 2019). No entanto, a dependência dessa fonte de energia vem se tornando uma preocupação constante devido à perda relativa dos níveis de água nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas, comprometendo a geração de energia e elevando os custos (EPE, 2018).

Nesse sentido, às termelétricas foram estabelecidas como um recurso complementar para a geração de energia, principalmente nas ocasiões de déficit hídrico, onde seu uso passou a ser quase contínuo (RIBEIRO, 2019). Ainda segundo esse autor a principal fonte de energia dessas termelétricas são os combustíveis fósseis e apresentam um alto custo de operação, elevando os custos do fornecimento de energia.

Nesse contexto, a EPE (2018) aponta a biomassa como uma alternativa promissora como fonte de energia renovável, capaz de garantir o fornecimento de energia atendendo aos padrões de qualidade. No cenário industrial, diversos empreendimentos vêm optando pelo uso de cavacos de madeira para a geração de energia em vista dos benefícios econômicos, sociais e ambientais quando comparados aos combustíveis fósseis (MIRANDA et al., 2017). A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou em 2018 que existem 95 usinas de biomassa em operação no Brasil, onde 55 dessas utilizam cavacos de madeira como combustível, além de haver mais 4 termelétricas que utilizam esse material como combustível em construção

Os cavacos de madeira são pedaços de madeira que foram triturados ou destroçados, e possuem comprimento variável de acordo com a regulagem do equipamento utilizado no seu processamento (CERAGIOLI, 2013) e podem ser produzidos a partir de diversos materiais, entre eles os resíduos madeireiros urbanos. Assim, os resíduos madeireiros deixaram de ser tratados como um problema para as indústrias e passaram a ser um produto de grande valor de comercialização ou de uso para geração de energia (NASCIMENTO e BIAGGIONI, 2010).

Com os altos custos da energia elétrica para a indústria, onde a FIRJAN (2017) aponta um aumento médio de 59,3% no preço do fornecimento dessa energia nos últimos 5 anos, torna-se necessário verificar outras possibilidades. Pelo potencial do cavaco de madeira como fonte de combustível, torna-se importante estudar seu processo produtivo e os custos envolvidos na sua produção para assegurar o fornecimento de energia com um menor preço,

uma vez que Valverde et al. (2012) aponta a falta de incentivo governamental para mudança dessa matriz energética.

Dessa forma, o mercado de energia, por meio da utilização de biomassa a partir de cavacos de madeira, apresenta grande potencial de crescimento no país, entretanto por ser um material advindo, na maioria dos casos, de resíduos não se tem estudos sobre seu valor de produção. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo de estimar custo de produção de cavacos de madeiras produzidos a partir de resíduos madeireiros urbanos de forma que ateste o potencial econômico desse produto por meio de um estudo de caso de uma empresa no Rio de Janeiro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Mercado e utilização dos cavacos de madeira

Os cavacos são pequenos pedaços de madeira picada ou destrocada com dimensões e qualidade variáveis determinadas com a matéria prima e da tecnologia utilizadas no processo produtivo (CERAGIOLI, 2013) onde seu principal uso, no Brasil, é para a alimentação de caldeiras de geração de vapor de energia (NOGUEIRA, 2019).

O tamanho e a forma dos cavacos são atributos de grande importância, uma vez que as caldeiras de geração de vapor possuem especificações de tempo de queima com base nessas características do material combustível, desse modo, cavacos fora das especificações podem gerar ineficiência energética (NOGUEIRA, 2019).

Para Lippel (2019) a qualidade do cavaco de madeira vai depender do:

- Tipo do equipamento de picagem;
- Velocidade de Avanço x Rotação;
- Ângulo de corte das facas;
- Matéria prima;
- Presença de contaminantes;
- Dureza da madeira (desgaste maior das facas);
- Teor de Umidade.

É comum que ocorram variações no tamanho dos cavacos de madeira durante sua picagem, entretanto, variações muito grandes podem ser evitadas por meio das manutenções preventivas, principalmente na afiação periódica das facas (CAMARGO et al., 2015)

Quando comparados a toras de madeira, devido ao fato de possuírem maior superfície específica, os cavacos apresentam características como maior reatividade (COSTA et al., 2010), homogeneidade e maior facilidade de perder umidade, características essas que aumentam sua eficiência energética (PEREIRA, 2017).

Em contrapartida o transporte de cavacos vem sendo um problema para as indústrias devido sua baixa densidade de carga, exigindo veículos com maiores capacidades volumétricas para atingirem o peso legalmente permitido nas rodovias (CERAGIOLI, 2013). Ainda segundo esse autor, a maior diversidade granulométrica dos cavacos permite um melhor aproveitamento do espaço desses veículos.

Brand et al. (2014) apontam que a matriz energética brasileira é considerada limpa pelo uso em larga escala de fontes de energia renováveis. Ainda segundo eles, o uso da biomassa como fonte energética tem grande representatividade nesse aspecto, mas não recebe o merecido destaque.

A EPE (2018), reafirmando o posicionamento de Brand et al (2014), aponta a biomassa como uma das alternativas mais promissoras como fonte de energia a menores custos. O MME registrou em seu boletim de monitoramento mensal com mês base de fevereiro de 2019, um aumento de 2,8% no uso da biomassa como fonte de energia enquanto as fontes tradicionais como o Gás, Carvão e Petróleo registram um recuo de 25,8%, 19,9% e

26,5% respectivamente, expressando a busca das empresas por matrizes energéticas renováveis e com menores custos.

A FIRJAN (2017) completa citando a energia como um insumo essencial para as indústrias, representando até 40% dos custos de produção. Valverde et al. (2012) afirmam que os cavacos de madeira já são competitivos em relação às fontes tradicionais de energia, contribuindo com uma redução aproximada de 50% dos custos de produção de energia. Vale ressaltar que os principais custos para geração de energia a partir de biomassa são relativos às máquinas de processamento e queima do material lignocelulósico.

2.2. Custos de produção

Os custos de produção correspondem aos dispêndios de uma empresa para produzir seus bens e serviços (SILVA et al., 2005). Para Casarotto Filho e Kopittke (2000) os custos de produção são a soma de todos os custos que ocorrem até a fabricação do produto. Para que esses sejam calculados, é necessário conhecer o produto cujo custo será calculado, os insumos utilizados para sua produção e o processo produtivo (SIMÕES, 2008).

A determinação desses custos de produção são ferramentas essenciais para as empresas tomarem decisões, para atingir o maior lucro com os recursos disponíveis (SIMÕES, 2008). Nesse sentido Neves et al. (1996) citados por Simões (2008) afirmam que o conhecimento desses custos auxilia a determinar as causas de variações dos custos unitários dos diferentes bens e serviços.

Oaigen et al. (2007) citam que o mapeamento desse custo permite calcular um indicador econômico fundamental, que é o ponto de equilíbrio, o qual determina qual a quantidade mínima a ser produzida para cobrir os custos operacionais (custos fixos + variáveis).

2.3. Custo operacional

O custo operacional de uma máquina é a soma de todos os custos resultantes da sua aquisição e operação (HARRY et al., 1991) geralmente expresso em função de unidades de horas efetivas de trabalho da máquina (FREITAS et al., 2004)

O conhecimento desses custos operacionais é um fator decisivo na tomada de decisão, auxiliando o controle e planejamento de utilização de máquinas (MACHADO e MALINOVSKI, 1988).

É essencial a análise de custos operacionais alinhados com estudos de produtividades como forma de planejar a produção, visando à minimização de custos e maximização da produtividade de cada atividade (SILVA et al., 2005). Ainda segundo esse autor, tais informações permitem tomar decisões no que tange a compra ou locação desses equipamentos.

Machado e Malinovski (1988) citam que a estimativa do custo operacional, segundo metodologia da Food and Agriculture Organization (FAO) publicada em 1956, pode ser obtida pela soma dos custos das máquinas (custos fixos e variáveis), custos de pessoal e custos de administração.

2.3.1. Custos fixos

Custos fixos podem ser definidos como aqueles que não variam quando se varia a produção (SILVA et al., 2005) e são dependentes do tempo de propriedade da máquina (SIMÕES, 2008). Nascimento (2007) completa afirmando que eles correspondem às imobilizações referentes aos equipamentos e instalações, cuja utilização ocorrerá por vários anos.

Uma das características dos custos fixos é que esses podem ser controlados no longo prazo e não variam no curto prazo com o nível de produção (SILVA et al., 2005). Ainda

segundo esses autores, o conhecimento desses custos é fundamental para tomada de decisão por parte das empresas.

Os custos fixos podem ser divididos em depreciação, juros, seguros, impostos e abrigo (FREITAS et al., 2004).

2.3.1.1. Depreciação

Depreciação é o custo decorrente do desgaste (fatores físicos ou acidentais) ou obsolescência natural da máquina, ao longo do tempo (LEITE et al., 2014). Cosentino (2004) afirma que a depreciação é um dos componentes mais importantes dos custos fixos.

Para Balastreire (1990) se a máquina é pouco utilizada durante sua vida útil, a depreciação se da, principalmente, pela obsolescência do equipamento em vista do desenvolvimento de novas tecnologias, já quando seu uso é intenso ao longo dessa vida útil, a depreciação é explicada pelo seu desgaste. Ainda segundo esse autor, a melhor forma de determinar a depreciação seria pelo valor de mercado da máquina, valor esse que só será de fato conhecido no momento da revenda da máquina.

Existem três tipos de depreciação: depreciação com taxa constante, taxa decrescente ou taxa crescente, sendo a primeira a utilizada no Brasil, onde o valor do bem diminui a uma taxa constante preestabelecida ao longo da sua vida útil (SILVA et al., 2005). A taxa de depreciação linear ou constante considera a estimativa da vida útil de um bem (CAMPOS, 2016), ou seja, é a taxa de 100% dividida pela vida útil estimada e quando aplicada ao valor depreciável, obtemos o valor de desgaste.

A depreciação no Brasil foi regulamentada pela lei nº 4.506, de 30 de novembro de 1964 e determina que todos os bens físicos sejam sujeitos a depreciação, pelo uso ou causas naturais e garante dedução dos impostos pagos pelo empreendimento com base nessa perda de valor do bem enquanto houver condições para produzir.

2.3.2. Custos Variáveis

Silva et al. (2005) definem os custos variáveis como custos que sofrem alterações à medida que se aumenta ou reduz a produção. Esses custos dependem da intensidade de uso da máquina (PACHECO, 2000) e referem-se aos recursos que tem duração inferior ou igual ao curto prazo e sua recomposição é feita a cada ciclo de produção (REIS et al., 2001)

De forma genérica, as empresas tem como custos variáveis o consumo de combustível, manutenção de equipamentos, uso de graxas e lubrificantes e pneus (FREITAS et al., 2004). Cada entidade deve considerar a peculiaridade de seus respectivos modelos de negócio.

2.3.2.1. Combustível

O combustível é qualquer substância líquida, gasosa ou sólida que, ao reagir com um comburente, é capaz de liberar energia na forma de calor (BOTELHO e BIFANO, 2011) sendo a principal fonte de energia para acionamentos dos motores das máquinas (PACHECO, 2010).

Os diferentes tipos de combustíveis (Gasolina, Óleo Diesel, Gás) possuem processos de combustão distintos devido às diferentes composições químicas, resultando em diferentes desempenhos e eficiência (CARVALHO, 2011).

De acordo com Harry et al. (1991), o consumo de combustível de uma máquina é um fator versátil devido aos inúmeros aspectos que influenciam na sua eficiência, entre eles a potência do motor, fator de carga, altitude, temperatura e tipo de combustível. A energia elétrica de fornecimento público, não sofre esse tipo de alteração no desempenho.

Lopes et al. (2003) apontam que o consumo de combustível é rotineiramente representado pelo volume consumido em unidades de tempo, sendo uma forma que não considera variações de temperatura e potência gerada.

Os combustíveis derivados do petróleo são commodities e tem seus preços atrelados ao mercado internacional, onde suas cotações variam diariamente, oscilando os preços nas refinarias (PETROBRAS, 2019).

2.3.2.2. Manutenções e Consertos

São os custos que envolvem a manutenção do equipamento de forma que garanta seu pleno funcionamento, como peças de reposição. Para Freitas et al. (2004) esses custos, apesar de serem variáveis, podem ser reduzidos e mantidos sob um determinado controle de qualidade com um adequado cronograma de manutenções preventivas.

2.3.2.3. Custo com pessoal operacional e de manutenção

É a soma dos custos com mão de obra de cada operador envolvido diretamente no processo produtivo somado com os encargos sociais, ou seja, os custos da mão de obra que agregam valor ao produto, que realizam qualquer ação necessária para o processo de transformação do produto (PEINADO e GRAMEML, 2007). A mão de obra envolvida indiretamente na transformação de bens e execução de serviços é tratada como custos administrativos.

2.3.3. Custos de administração

Os custos de administração são todos os custos envolvidos indiretamente com o trabalho dos maquinários. São os custos que não podem ser alocados diretamente ao produto (PEINADO e GRAMEML, 2007).

Estes custos são indispensáveis para administrar a empresa e é representado pelos materiais de escritório, seguros diversos, auditoria, viagens e estadia, salário de gestores, contas e aparelhos de telefone, entre outros.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

Este trabalho foi realizado a partir de um estudo de caso de uma empresa de produção de cavacos, sediada no Estado do Rio de Janeiro. A empresa atua no mercado de coleta, transporte e armazenamento de resíduos madeireiros, produção e comércio de cavacos de madeira a partir desses resíduos.

A empresa possui mais de 300 pontos de coletas de resíduos madeireiro no Estado do Rio de Janeiro e conta com uma área total de 12.500 m² para recepção desse material. Possui capacidade produtiva de 800 m³ de cavacos por dia e trabalha em um regime de 8 horas por dia, 22 dias no mês e 12 meses no ano.

Foram analisados todos os custos da empresa no período de 01 de janeiro de 2018 até 31 de dezembro de 2018 e selecionando-se os custos diretos e indiretos inerentes ao processo produtivo.

3.2. Caracterização do sistema

O sistema de produção de cavacos da empresa compreende um sistema de aproveitamento de resíduos madeireiros, como pallets, caixas, madeiras de construção civil, galhos de poda urbana, entre outros resíduos.

A produção de cavacos é feita por uma central de reciclagem Bruno Industrial composta por um pré-quebrador, moinho a martelos, duas peneiras granulométricas e três separadores de materiais metálicos, onde todo o sistema é ligado por esteiras. O processo pode ser visualizado na Figura 1.

A empresa conta com duas pás carregadeiras para efetuar a movimentação da matéria prima (resíduos) pelo pátio da empresa, alimentar o sistema de processamento e para abastecer a esteira que carrega os caminhões com cavacos.

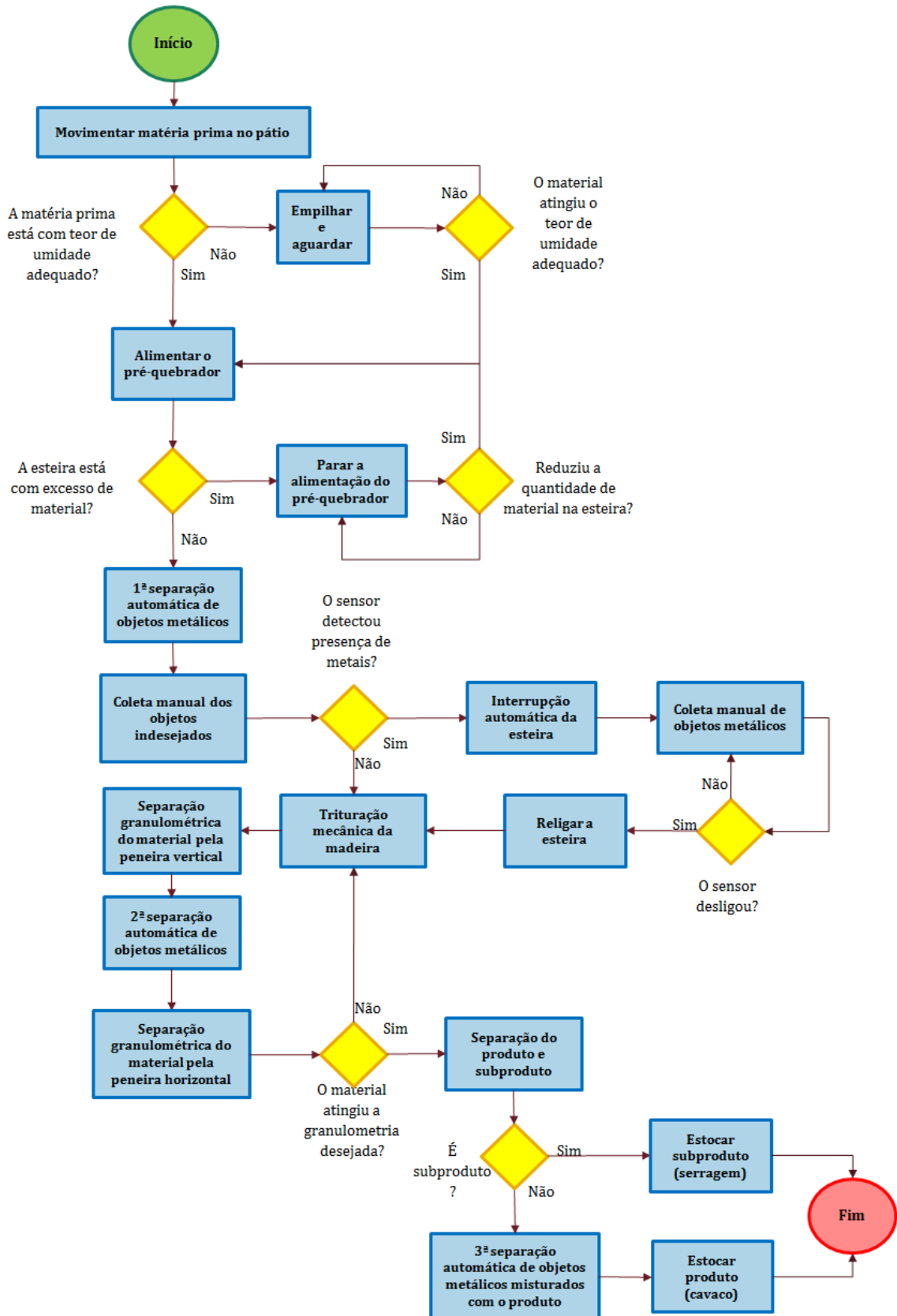


Figura 1. Fluxograma do processo produtivo de cavacos de madeira.

3.3. Central de reciclagem

A central de reciclagem corresponde a um sistema de processamento de resíduos madeireiros em cavacos de madeira. Esse sistema é composto por um pré-quebrador Bruno Industrial modelo PTBH 700x2000, um moinho a martelos Bruno Industrial MMBH-E 600x1200, uma peneira granulométrica vertical acoplada ao moinho a martelos, uma peneira granulométrica horizontal AEROAR, três separadores de materiais metálicos e esteiras que ligam o sistema (Tabela 1). Na Figura 2 a peneira horizontal não foi representada por ser de fabricante diferente dos demais componentes do sistema. Não foi possível identificar o modelo das peneiras.

O sistema foi adquirido no ano de 2010 e, pelo período de um ano, trabalhou em 3 turnos e nos demais anos trabalhou com regime de 8 horas diárias, 22 dias no mês e 12 meses no ano.

Esse sistema utiliza eletricidade como fonte de energia, fornecida pela Companhia de Energia do Estado do Rio de Janeiro (LIGHT).

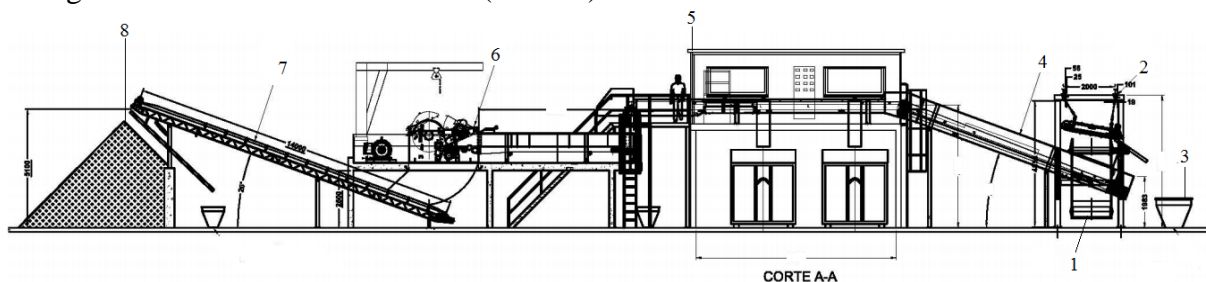


Figura 2. Sistema de produção de cavacos de madeira da empresa em estudo.

Tabela 1. Especificações técnicas da central de reciclagem para processamento de resíduos madeireiros em cavacos de madeira

Especificações técnicas	
Marca	Bruno Industrial
Modelo Moinho a martelo	PTBH 700 x 2000
Modelo Pré-quebrador	MMBH-E 600x1200
Produção estimada (ton/h)	20
Granulometria do cavaco (mm)	40
Potência total prevista (kW)	600

3.4. Pás carregadeiras

As pás carregadeiras (Figura 3) são máquinas extremamente versáteis e potentes, especializadas em transportes de cargas. A empresa possui duas pás carregadeiras Komatsu WA200-6 (Tabela 2). Elas são utilizadas em diversas atividades como: Arraste e empilhamento de matéria prima, abastecimento do processo produtivo da fábrica, empilhamento do produto processado (cavacos) e carregamento dos caminhões.



Figura 3. Pá carregadeira Komatsu modelo WA200-6. Fonte: Komatsu.

Tabela 2. Especificações técnicas das pás carregadeiras utilizadas na empresa no sistema de produção de cavacos de madeira

Especificações técnicas	
Marca	Komatsu
Modelo	WA200-6
Motor	SAA4D107E-1
Potência líquida (Hp)	126
Cilindradas (l)	4,46
Peso (kg)	10650
Capacidade da caçamba (m ³)	2,4
Altura livre de despejo (m)	2,76
Capacidade tanque de combustível (l)	177

3.5. Custo de produção

O custo de produção foi obtido por meio da razão do somatório dos custos operacionais estimados nesse trabalho, pela produtividade do sistema, dado fornecido pela empresa.

$$C_{pr} = \frac{\Sigma Cop}{Pr}$$

Em que,

C_{pr} = Custo de produção, em R\$/m³;

ΣCop = Somatório dos Custos operacionais das máquinas envolvidas no processo de produção de cavacos, em R\$/hf;

Pr = Produtividade do sistema, em m³/hf.

3.6. Custo operacional

Para a estimativa dos custos operacionais, utilizou-se da metodologia proposta pela FAO (1956) segundo Machado e Malinovski (1988), separando os custos em fixos, variáveis e administrativos, adaptando para realidade da empresa.

Foram utilizados valores de custos anuais reais fornecidos pela empresa em estudo e valores estimados para horas trabalhadas para a Central de Reciclagem, com base na produtividade devido à falta de registros.

$$Cop = Cf + Cv + Ca$$

Em que,

Cop = Custos operacionais, em R\$/hf;

Cf = Custos fixos, em R\$/hf;
Cv = Custos variáveis, em R\$/hf;
Ca = Custos com administração, em R\$/hf.

3.6.1. Custos fixos

3.6.1.1. Depreciação

A empresa não forneceu dados sobre depreciação e aquisição dos equipamentos, com isso a depreciação foi calculada a partir de valores de máquinas novas, com especificações semelhantes e dos mesmos fabricantes.

$$Dp = \frac{Va - Vr - Vpn}{n * hf}$$

Dp = Custo de depreciação horária do capital, em R\$/hf;
Va = Valor de aquisição do equipamento acrescido de impostos, fretes e comissões de venda, em R\$;
Vr = Valor de revenda do equipamento, em R\$;
Vpn = Valor do jogo de pneus, em R\$
n = Vida útil, em anos;
hf = Horas de efetivo trabalho no ano.

3.6.2. Custos variáveis

3.6.2.1. Combustível

O custo com combustível foi obtido a partir dos dados de abastecimento fornecido pelo banco de dados da empresa. As pás carregadeiras utilizam o Óleo Diesel S10 e a central de reciclagem utiliza energia elétrica de fornecimento público.

$$CC = \frac{CCT}{hf}$$

Em que,
CC = Custo com combustível, em R\$/hf;
CCT = Custo total com combustível no ano, em R\$;
hf = Horas de efetivo trabalho no ano.

3.6.2.2. Manutenções e reparos

Os custos com manutenções preventivas, corretivas e reparos foram obtidos a partir dos registros de gastos com a manutenção das máquinas da empresa durante o período analisado.

$$CMR = \frac{Cm}{hf}$$

Em que,
CMR = Custos com manutenções e reparos, em R\$/hf;
Cm = Custos com manutenções e reparos registrados ao longo do período analisado, em R\$;
hf = Horas de efetivo trabalho no ano.

3.6.2.3. Pneus

Para cálculo do custo com Pneus foi considerado o desgaste natural dos pneus das pás carregadeiras, ou seja, o custo de aquisição dos pneus divididos pela vida útil do pneu.

$$Cp = \left(\frac{N * Vp}{H} \right)$$

Em que,

Cp = Custo com pneus, em R\$/hf;

N = Número de pneus;

Vp = Valor do pneu, em R\$;

H = Vida útil do pneu, em horas.

3.6.2.4. Custo com pessoal operacional e de manutenção

Para o cálculo do custo com pessoal foram considerados os salários pagos, somados de encargos e todos os benefícios fornecidos pela empresa para os funcionários envolvidos diretamente com a produção e manutenção.

$$COM = \frac{CP}{hf}$$

Em que,

COM = Custo de pessoal operacional e de manutenção, em R\$/hf;

CP = Custo anual de salários acrescidos de obrigações sociais e benefícios;

hf = Horas efetivas trabalhadas no ano

3.6.3. Custos de administração

Para o cálculo dos custos administrativos de cada máquina foi utilizado o banco de dados da empresa, englobando custos como segurança, mão de obra indireta, conta de luz do escritório, conta de água, aluguel, itens de escritório e demais gastos indiretos a produção.

$$Ca = \frac{\left(\left(\frac{Va}{Ci} \right) * Cat \right)}{h}$$

Em que,

Ca = Custo de administração da máquina, em R\$/hf;

Va = Valor de aquisição da máquina, em R\$;

Ci = Capital total investido em todas as máquinas da empresa, em R\$;

Cat = Custos de administração total da empresa, em R\$/hf;

h = horas de trabalho anual do setor administrativo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Custo operacional

Os custos operacionais foram calculados considerando o valor de aquisição de R\$ 327.000,00 para cada pá carregadeira e R\$ 3.000.000,00 para a central de reciclagem, valores de revenda por R\$ 140.000,00 e R\$ 180.000,00 para a Máquina 1 e Máquina 2, respectivamente, e de R\$ 1.000.000,00 para a central de reciclagem.

4.1.1. Pás carregadeiras

O custo operacional da pá carregadeira “MA1” foi de R\$ 85,18/hf, onde foi observado que os custos variáveis foram os que mais contribuíram no total, com R\$ 52,88, ou seja, 62%. Em segundo lugar estão os custos fixos com R\$ 9,01 (11%) e por último os custos administrativos representaram R\$ 23,29, isto é, 28% (Tabela 3).

Já para a “MA2” o custo operacional foi de R\$ 94,01/hf, valor 10% superior que o custo da “MA1”, com custos fixos, variáveis e administrativos representando 9%, 66% e 25%, respectivamente.

Tabela 3. Custos operacionais, em reais por horas efetivas de trabalho, das pás carregadeiras no período estudado

Custos	MA1	MA2
Custos fixos		
Depreciação	R\$ 9,01	R\$ 8,23
Subtotal 1	R\$ 9,01	R\$ 8,23
Custos variáveis		
Combustível	R\$ 24,53	R\$ 26,65
Manutenções e consertos	R\$ 3,23	R\$ 6,39
Pneus	R\$ 2,67	R\$ 2,67
Custo com pessoal operacional e manutenção	R\$ 22,46	R\$ 26,78
Subtotal 2	R\$ 52,88	R\$ 62,49
Custos administrativos		
Subtotal 3	R\$ 23,29	R\$ 23,29
Custo operacional		
Total	R\$ 85,18	R\$ 94,01

A pá carregadeira “MA1” apresentou uma depreciação maior que a “MA2” apesar de ambas serem do mesmo modelo, ano de aquisição e valor de compra, a “MA1” possui um total de 13.996 horas de trabalho acumulados desde a sua aquisição, enquanto a “MA2” possui 8.929, reafirmando o que foi citado por Balastreire (1990), onde ele aponta que a depreciação está ligada diretamente com a intensidade de uso da máquina.

Essa diferença de horas acumuladas se deu por um defeito mecânico que a “MA2” sofreu no ano de 2017, onde não havia peça de reposição no mercado, dessa forma a máquina 2 ficou sem operar até o fabricante fornecer a peça, o que demorou cerca de 11 meses.

A pá carregadeira “MA1” registrou um consumo de combustível de 7,57 L/hf, enquanto a “MA2” registrou um consumo de 8,22 L/hf, dessa forma o custo com combustível da “MA2” foi superior ao custo da “MA1”, mesmo apresentando quantidade de horas trabalhadas inferior e com ambas abastecendo com o combustível adquirido pelo mesmo valor médio de R\$ 3,24. Esse fato corrobora com Harry et al. (1991), onde eles afirmam que o consumo de combustível de uma máquina é um fator versátil devido aos inúmeros aspectos que influenciam na sua eficiência, nesse caso o tipo de trabalho exercido e o modo que cada operador manuseia o equipamento podem ser fatores que estejam afetando o consumo.

A “MA2” apresentou um custo de manutenções e consertos maior que a “MA1” que possui maior tempo de trabalho acumulado, contrariando o que é afirmado por Simões (2008) e Fernandes et al. (2009) onde encontraram em seus trabalhos que o custo de manutenção é diretamente proporcional com o tempo de uso do equipamento.

Avaliando as manutenções realizadas (Figura 4) é possível justificar esse ocorrido por dois motivos. O primeiro motivo é que a máquina 2 ficou um longo período parada, aproximadamente 11 meses, o que pode ter causado danos a algumas peças refletindo um custo de R\$ 1,93/hf (27%), superior aos R\$ 1,30/hf (40%) gastos com a máquina 1.

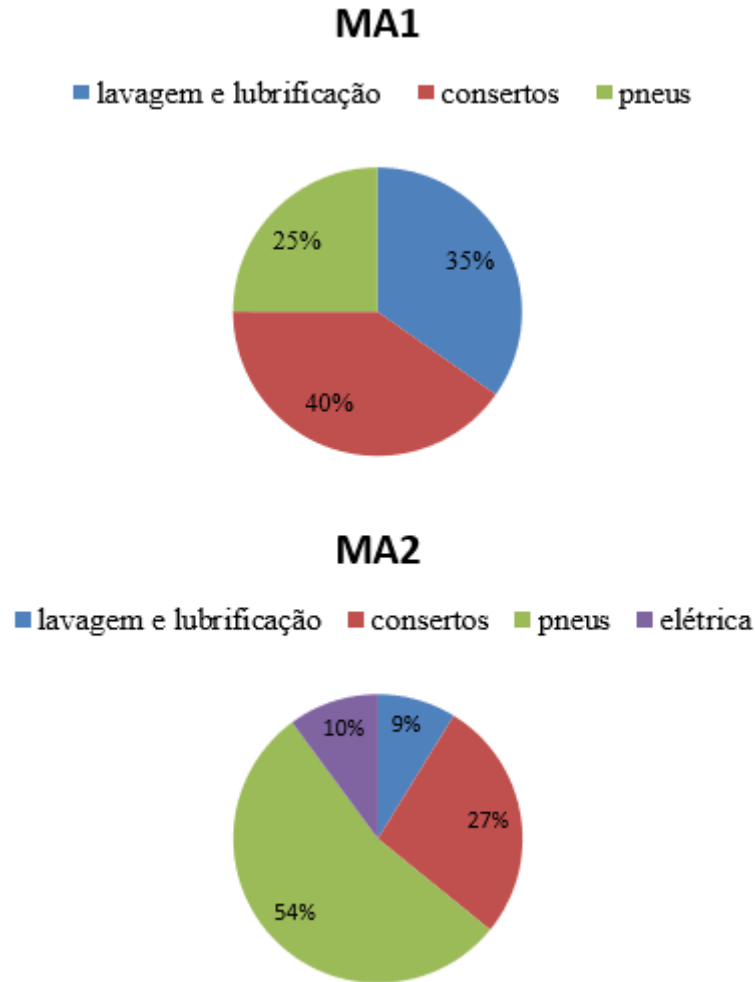


Figura 4. Custos por motivos de paradas para cada pá carregadeira em 2018.

O segundo motivo deve-se ao local de operações da “MA2”, ela opera em uma região mais estreita do pátio da empresa (Figura 5), dificultando que ela desvie de objetos que caem pelo trajeto realizado durante a realização do seu trabalho. Esses obstáculos, na sua grande maioria, são os resíduos utilizados no processo produtivo da empresa. Esses resíduos apresentam muitas impurezas como materiais metálicos cortantes que danificam os pneus da máquina.



Figura 5. Área de operação da "MA2" no pátio da empresa.

Dessa forma ela apresentou um custo de R\$ 3,84/hf, isto é, 54% dos custos de manutenção foram destinados aos consertos dos pneus que foram danificados diversas vezes devido ao contato com materiais metálicos. Esse valor foi 4 vezes superior ao custo com reparos de pneus da máquina 1, que custou R\$ 0,81/hf no mesmo período.

Além disso, ainda houve a necessidade de efetuar trocas das baterias da máquina 2 e substituição de componentes elétricos devido a esse período que ela não operou, custando R\$ 0,7/hf. Esses fatores mencionados colaboraram para a manutenção da "MA2" ser superior ao da "MA1", além da "MA2" ter registrado 1592 horas de efetivo trabalho, enquanto a "MA1" registrou 1898 horas, isto é, uma diferença de 306 horas trabalhadas.

4.1.2. Central de reciclagem

O custo operacional da Central de Reciclagem foi de R\$ 1.208,99, onde os custos variáveis representaram 64% do total, ou seja, R\$ 772,95/hf, seguido pelo custo administrativo de R\$ 272,64/hf, isto é, 23% dos custos totais e, por último, os custos fixos foram de R\$ 163,40/hf, equivalente a 14% (Tabela 4).

Tabela 4. Custo operacional, em reais por horas efetivas de trabalho, da Central da Reciclagem, no período estudado

Custos	Central de reciclagem	
Custos fixos		
Depreciação	R\$	163,40
Subtotal 1	R\$	163,40
Custos variáveis		
Combustível	R\$	212,51
Manutenções e consertos	R\$	218,90
Custo com pessoal operacional e manutenção	R\$	341,53
Subtotal 2	R\$	772,95
Custos administrativos		
Subtotal 3	R\$	272,64
Custo operacional		
Total	R\$	1.208,99

O alto custo com combustível (energia elétrica) registrado pelo equipamento pode ser justificado pela potência exigida dos motores para o funcionamento da Central de Reciclagem. O equipamento possui 9 motores elétricos, com uma potência estimada total de 407 kW e considerando o fato do alto custo do fornecimento público de energia elétrica no estado do Rio de Janeiro, onde a EPE (2018) aponta a região sudeste como a segunda região onde as empresas pagam mais caro pela energia elétrica de fornecimento público.

Também foram observados altos gastos com manutenções e consertos, de acordo com Marques (2010) esse fato pode ser explicado pela Central de Reciclagem ser uma máquina robusta, com a necessidade de peças e serviços de manutenções extremamente especializados. Juntamente a isso, a central de reciclagem possui aproximadamente 20.000 horas de uso em um período de 9 anos, sofrendo com o desgaste pelo tempo de uso de equipamento, além do obsolescimento do equipamento o que acarreta maiores gastos com manutenções.

Devido ao fato de uma grande parte das manutenções desse equipamento sejam realizadas por empresas terceiras e pela falta de registros detalhados de cada manutenção no banco de dados da empresa, não foi possível distinguir os principais motivos de paradas do equipamento.

Como consequência dessas manutenções e espera por peças e mão de obra especializada, foi observado que a máquina trabalhou apenas 1224 horas no ano, enquanto era esperado que ela trabalhasse 2040 horas, ou seja, 860 horas a menos que o esperado, fator que impacta diretamente no custo operacional da máquina.

O custo com mão de obra foi o maior custo observado na máquina. Isso se deve a grande necessidade capital humano para efetuar a retirada de impurezas presentes nos resíduos utilizados (Figura 6), de forma que não interrompa o funcionamento do equipamento. Para isso a empresa conta com 7 funcionários operacionais e 2 profissionais para realizar as manutenções.



Figura 6. Separação manual de impurezas misturadas aos resíduos.

4.2. Custo de produção

O sistema de produção de aproveitamento de resíduos madeireiros para produção de cavacos da empresa apresentou um custo de produção de R\$ 19,10/m³, com uma produtividade de 72,5 m³/hf e um custo operacional total de R\$ 1.208,99/hf.

Foi apontado pelos gestores da empresa que se estimava um custo de produção, em um cenário pessimista para o ano de 2018, de R\$ 15,00/m³, valor 27,34% menor do que foi calculado nesse trabalho, indicando que os custos de produção da empresa foram superiores ao pior cenário projetado.

Isso é devido a central de reciclagem ter produzido 27,5% abaixo da sua capacidade máxima de produção e operado 860 horas a menos do planejado. Esses dois fatores impactam drasticamente no custo de produção da empresa.

4.2.1. Resultados da empresa

O cavaco é vendido a um preço médio de R\$ 40,21/m³, onde 9,5% desse valor é retido na forma de impostos (R\$ 3,81), além do custo de entrega do material de R\$ 7,00 por m³ e o custo de produção calculado de R\$ 19,10 por m³. Dessa forma a empresa possui um lucro líquido, em média, de R\$ 10,30 por m³ de cavaco vendido. A matéria prima do processo produtivo é adquirida sem custos para a empresa. Na grande maioria dos casos, a empresa ainda é remunerada para receber esse material. Entretanto, esses valores não entraram no computo dos custos do presente estudo.

No ano de 2018 foram vendidos 88.749m³ de cavaco, totalizando uma receita de R\$ 914.114,7 para a empresa no ano representando uma média de R\$ 76.176,22 por mês. Esse resultado foi muito abaixo do que era esperado, onde se estimava uma produção de 204.000m³ de cavaco e a comercialização de 80% desse estoque, com um lucro líquida anual de R\$ 2.350.080,00, considerando o custo de produção de R\$ 15,00 por m³.

4.2.1.1 Otimização dos resultados da empresa

Para aumentar a capacidade produtiva de 72,5m³/hf, seria necessário um pré-processamento dos pallets de madeira, principal resíduo utilizado no processo produtivo da empresa. Esse material apresenta uma densidade de carga muito baixa, dessa forma, quando o pallet de madeira é utilizado para produzir cavacos, o volume útil aproveitado é inferior ao volume total que entra no sistema, reduzindo a capacidade produtiva devido aos espaços vazios presentes nesse material.

Analisando a pá carregadeira “MA2”, os custos com reformas dos pneus foram elevados em comparação aos demais custos, representando 54% de tudo que foi despendido nesse item. Existem no mercado, produtos selantes para pneus com preços acessíveis, os quais agem na região danificada do pneu sem que a máquina precise parar de trabalhar para efetuar os devidos reparos. Dessa forma, a máquina poderia trabalhar por mais horas e reduzindo o custo de produção. Não se sabe quantas horas de parada foram causadas por esse problema, sendo assim, não é possível estimar o quanto seria reduzido.

A central de reciclagem apresentou um elevado custo com manutenção e não existem registros detalhados no banco de dados da empresa sobre os motivos de paradas que forneçam informações como: qual peça foi danificada, quanto tempo a máquina ficou parada por aquele defeito, quanto tempo demorou para assistência técnica atender o chamado e concluir o serviço, preço de cada peça, fornecedor de cada peça.

Sendo assim, é recomendável que a empresa adote um sistema de monitoramento do equipamento e acompanhe indicadores como a disponibilidade mecânica e eficiência operacional. Além disso, deve registrar os motivos de paradas do equipamento, quais peças foram substituídas, quanto tempo demorou o reparo. Com essas informações ela poderá montar um cronograma de manutenção preventiva, evitar paradas inesperadas e possuir peças em estoque para substituição.

5. CONCLUSÕES

A produção de cavacos de madeira da empresa em estudo apresentou um custo de produção de R\$ 19,10/m³ no ano de 2018. Esse valor foi 27,34% superior ao que foi estimado pela empresa, onde se esperava um custo de produção de R\$ 15,00 para aquele ano. Essa diferença é explicada pelas constantes interrupções da central de reciclagem, onde o equipamento operou 860 horas a menos do que era planejado, refletindo diretamente no custo de produção.

A falta de indicadores e registros detalhados por parte da empresa são fatores que dificultaram o planejamento operação, contribuindo para o resultado muito aquém do esperado.

6. RECOMENDAÇÕES

Para melhorar os resultados da empresa, foram propostas algumas sugestões de melhorias, sendo elas:

- Efetuar um pré-processamento dos pallets de madeira antes de utilizá-los no processo produtivo, para reduzir sua densidade de carga do material e aumentar a produtividade do sistema.
- Elaborar uma ficha de campo para anotar o início e término do trabalho, os motivos e tempo das interrupções quando houver.
- Elaborar uma ficha de preenchimento para o setor de reparos da empresa anotar todas as manutenções, peças substituídas, data e tempo dispendido com a manutenção.

- Treinar o setor financeiro da empresa para que lancem as notas fiscais no sistema com maiores detalhes sobre as compras referente as manutenções dos equipamentos, tais como: item que foi comprado, valor do item, data da compra, data da entrega.
- Separar os custos de cada máquina no sistema de arquivamento dos dados operacionais da empresa, para maior rapidez nas análises.
- Elaborar indicadores de disponibilidade mecânica e eficiência operacional para todas as máquinas
- Elaborar um sistema de monitoramento para armazenamento desses dados de forma detalhada para uso futuro
- Elaborar um estudo de tempos e movimentos para aperfeiçoar o processo produtivo e melhorar a avaliação da eficiência financeira das operações.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 687 de 2015 da ANEEL**. Brasília: ANEEL, 2015, p. 24.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 307p.

BRAND, M. A.; STÄHELIN, T. S. F.; FERREIRA, J. C.; NEVES, M. D. Produção de biomassa para geração de energia em povoamentos de *Pinus taeda* L. com diferentes idades. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.2, p.353-360, 2014

BRASIL. Lei nº 4.506, de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobre o imposto que recai sobre as rendas e proventos de qualquer natureza. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 12 dez. 1964. Seção 1, pág 29514.

BRASIL. Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 7 ago. 1997. Seção 1, pág. 16925.

BOTELHO, M. H. C.; BIFANO, H. M. **Operação de caldeiras: Gerenciamento, controle e manutenção**. São Paulo: Blucher, 2011.

CAMPOS, K. **Procedimento de depreciação no setor público: Um estudo no município de Cocal-RO**. 2016. 44 f. Monografia (Bacharel em Ciências Contábeis) — Departamento Acadêmico de Ciências Contábeis, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Rondônia.

CAMARGO, S. K. C. A.; SILVA, T. J.; COSTA, D. M. Influência da dimensão e qualidade dos cavacos na polpação. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Santa Maria, v. 19, n. 3, set-dez. 2015.

CARVALHO, M. A. S. **Avaliação de um motor de combustão interna ciclo otto utilizando diferentes tipos de combustível**. 2011. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B.H. **Análise de investimento: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 9.ed. São Paulo: Atlas, 2000. 458p

CERAGIOLI, N. S. **Qualidade de cavacos produzidos em sistemas florestais de curta rotação de eucalipto para fins energéticos**. 2013. 56 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.

COSTA, D. R.; FILHO, D. O.; COSTA, J. M.; FILHO, A. F. L.; TEIXEIRA, C. A. Consumo específico de energia no processamento de madeira em cavacos de um picador (estudo de caso). **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa – MG. v. 18, n. 2, p. 171-177, 2010.

COSENTINO, R. M A. **Modelo empírico de depreciação para tratores agrícolas de rodas**. 2004. Dissertação (mestrado em agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FIRJAN - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO RIO DE JANEIRO. **Quanto custa a energia elétrica para a pequena e média indústria no Brasil?** Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: < <https://www.firjan.com.br/publicacoes/> >. Acesso em: 18 mai. 2019.

FREITAS, L. C. MARQUES, G. M.; SILVA, M. L.; MACHADO, R. R.; MACHADO, C. C. Estudo comparativo envolvendo três métodos de cálculo de custo operacional do caminhão bitrem. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 855-863, 2004.

HARRY, G.G.; FONTES, J.M.; MACHADO, C.C.; SANTOS S.L. Análise dos efeitos da eficiência no custo operacional de máquinas florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL. 1., 1991. Belo Horizonte. **Anais...**: Viçosa: UFV, 1991. P.57.

LEITE E. da S. FERNANDES H. C.; GUEDES I. L.; AMARAL E. J. do; Análise técnica e de custos do corte florestal semimecanizado em povoamentos de eucalipto em diferentes espaçamentos. **Revista Cerne**, Lavras, MG, v. 20 n.3, p.637-643, 2014.

LIPPEL. **Cavacos de Madeira**. Disponível em: <<http://www.lippel.com.br/br/cavacos-de-madeira.html>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

LOPES, A.; LANÇAS, K. P.; FURLANI, C. E. A.; NAGAOKA, A. K.; NETO, P. C.; GROTTA, D. C. C. Consumo de combustível de um trator em função do tipo de pneu, da lastragem e da velocidade de trabalho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 382-386, 2003.

MARQUES, A. P. **Análise do sistema de produção de cavacos no campo**. 2010. 30 p. Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal) — Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro - Janeiro / 2019**. 28p, 2019

MME/EPE - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA/EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Papel da Biomassa na Expansão da Geração de Energia Elétrica**. Relatório EPE, 2018. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores/relatorio-do-pne-2050>>. Acesso em: 10 mai 2019.

OAIGEN, R.P. VARCELLOS, J. O. J.; CHRISTORFARI, L. F.; NETO J. B.; OLIVEIRA, T. E.; PRATES, E. R.; Melhoria organizacional na produção de bezerros de corte a partir dos centros de custos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n.7, p.580-587, 2008.

- MACHADO, C. C.; MALINOVSKI, J. R. **Ciência do trabalho florestal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1988. 65 p
- MIRANDA, M. A. S.; RIBEIRO, G. B. D.; VALVERDE, S. R.; ISBAEX, C. Potencial do cavaco da madeira de *Eucalyptus* sp. para produção de energia térmica industrial. **Revista Árvore**, v. 41, n. 6, p. 1-8, 2017.
- NASCIMENTO, M. D. **Otimização do uso de lenha e cavaco de madeira para produção de energia em agroindústria seropédica**. 2007. 103p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu
- NOGUEIRA, D. F. B. **Tempo de secagem de árvores de *Eucalyptus dunnii* e ajustes das facas do picador na qualidade de cavacos para fins energéticos**. 2019. 54 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES.
- PACHECO, E. P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba, 2007.
- PEREIRA, M. P. C. F. **Decomposição térmica e biológica de cavacos de *Eucalyptus urophylla***. 2017. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- PETROBRAS. **Composição de preços de venda ao consumidor**. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/composicao-de-precos-de-venda-ao-consumidor/>>. Acesso em: 18 mai. 2019.
- REIS, R. P.; REIS, A. J.; FONTES, R. E.; FONTES, R. E.; TAKAKI, H. R. C.; JUNIOR, L. G. C. Custos de produção da cafeicultura no sul de Minas Gerais. **Revista Organizações Rurais e Agroindústria**, v. 3, n. 1, p. 1-8, 2001.
- RIBEIRO, G. B.D. **Análise técnica e econômica da produção de energia termelétrica a partir da biomassa florestal**. 2019. 121 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SILVA, M. L. da; JACOVINE, A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia Florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 178 P.
- SIMÕES, D. **Avaliação econômica de dois sistemas de colheita florestal mecanizada de eucalipto**. Botucatu, SP: UNESP, 2008. 118p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- VALVERDE, S. R.; MAFRA, J. W. A.; MIRANDA, M. A., SOUZA, C. S.; VASCONCELOS, D. C. **Silvicultura brasileira- oportunidades e desafios da economia verde**. 2012.