

INSTITUTO VALE DO CRICARÉ
FACULDADE VALE DO CRICARÉ
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JANETE DOS SANTOS CALISTO
LUIS FELIPE SILVA LIMA

**PROPOSTA DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOMASSA
RESIDUÁRIA DA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE MADEIRA**

SÃO MATEUS
2019

JANETE DOS SANTOS CALISTO
LUIS FELIPE SILVA LIMA

**PROPOSTA DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOMASSA
RESIDUÁRIA DA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE MADEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia de Produção da Faculdade
Vale do Cricaré, como requisito parcial para
obtenção do grau de Graduação em 2019.

Orientador: Prof. Mestre Felipe Oliveira Souza.

SÃO MATEUS
2019

JANETE DOS SANTOS CALISTO
LUIS FELIPE SILVA LIMA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Vale do Cricaré, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

PROPOSTA DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOMASSA RESIDUÁRIA DA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE MADEIRA

Aprovado em _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

**PROF. Mestre FELIPE OLIVEIRA
SOUZA(ORIENTADOR)**

FACULDADE VALE DO CRICARÉ

PROF. NOME COMPLETO

FACULDADE VALE DO CRICARÉ

PROF. NOME COMPLETO

FACULDADE VALE DO CRICARÉ

As nossas famílias, razão de minha
existência.

A Deus.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter nós dado saúde e força para superar as dificuldades.

À Faculdade Vale do Cricaré pelo apoio na realização desta pesquisa.

Ao nosso orientador Felipe Oliveira Souza, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Aos nossos pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

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

“A persistência é o caminho do êxito”.

Charles Chaplin

RESUMO

O ato dessa pesquisa trata-se da proposta de aproveitamento energético de biomassa residual da Indústria de beneficiamento da madeira. Onde buscou-se realizar o aproveitamento da biomassa, com a utilização da casca, um resíduo sólido resultante da madeira de eucalipto desperdiçado. Uma Indústria de placa de fibra de média densidade, fonte energética renovável e com grande poder calorífico utilizado diretamente em combustão de fornos e caldeiras. Conhecendo-se assim, uma melhor energia térmica desperdiçada pelo rejeito da casca que a própria indústria já produz com os insumos. Essa pesquisa tem um caráter exploratório e explicativo esclarecendo conceitos e ideias já formados em literaturas sobre o tema. Relação à geração numérica e emprego de recursos e técnicas estatísticas que formalizam a hipótese da abordagem. Demonstrando a grande importância da característica da Biomassa proveniente da casca de eucalipto para análises e avaliações energéticas, com demonstrações de resultados de minimização dos custos na geração de energia térmica resultante do aproveitamento dos resíduos descartados na Indústria.

Palavras-chave: Energia de Reaproveitamento. Resíduos de Insumos de Madeira. Biomassa.

ABSTRACT

The Act of this research it is the proposal of energy use of biomass residuaria woodworking industry. Where to perform the bio, with using the shell, a solid residue resulting from eucalyptus wood waste. A medium density fiber Board, renewable energy source with high calorific power used directly in combustion furnaces and boilers. Knowing that a better thermal energy wasted by the decline of the shell that the industry itself already produces with the inputs. This research is an exploratory and explanatory clarifying concepts and ideas already formed in literature on the subject. Relation to the numerical generation and employment of resources and statistical techniques to formalize the approach. Demonstrating the importance of the characteristic of biomass from the bark of eucalyptus for analyses and evaluations, with demonstrations of minimizing costs results in the generation of thermal energy resulting from the use of waste disposed of in the industry.

Keywords: Power of Reuse. Waste Wood Inputs. Biomass.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução da mentalidade empresarial quanto às questões ambientais...20	20
Figura 2: Formas de atuação da produção mais limpa nas empresas.....21	21
Figura 3: Níveis de Recuperação de Valor.....22	22
Figura 4: Rejeito de casca gerada pelo picador23	23
Figura 5: Picador a tambor Demuth modelo DPF-500/1000.....24	24
Figura 6: Silo de Biomassa.....25	25
Figura 7: Moega modelo 216 Demuth abastecida para alimentação da caldeira...26	26
Figura 8: Capacidade de produção de energia, caldeira Vynck.....27	27

LISTA DE SIGLAS

MDF - Medium-Density Fiberboard (em inglês), Placa de fibra de média densidade.

PCS - Poder Calorífico Superior.

PCI - Poder Calorífico Inferior.

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	10
1.1 JUSTIFICATIVA	10
1.2 PROBLEMA DA PESQUISA	11
1.3 HIPÓTESE	11
1.4 OBJETIVOS	11
1.4.1 OBJETIVO GERAL	11
1.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	11
2.0 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DA MADEIRA	12
2.2 BIOMASSA.....	13
2.3 ENERGIA GERADA A PARTIR DA BIOMASSA.....	15
2.4 CASCA DE EUCALIPTO	16
2.5 PODER CALORÍFICO	18
2.6 A IMPORTANCIA DA MENTALIDADE ECOLÓGICA.....	19
2.7 EQQUE E PRODUÇÃO MAIS LIMPA(PML) ?.....	20
2.8 PORQUE IMPLANTAR PRODUÇÃO MAIS LIMPA	21
2.9 PIRAMIDE LOGÍSTICA DE RECUPERAÇÃO	22
3.0 PERCUSO METODOLÓGICO	22
3.1 QUANTIDADE DE CASCA DESCARTADA.....	23
3.2 CUSTO DE BIOMASSA PARA CALDEIRA	23
3.3 QUANTIDADE DE CAVACO PRODUZIDA PELO PICADOR.....	23
3.4 SILO DE BIOMASSA	24
3.5 MOEGA UTILIZADA PARA ALIMENTAR A CALDEIRA EM CASO DE EMERGÊNCIA.....	25
3.6 QUANTIDADE DE ENERGIA GERADA PELA CALDEIRA PARA O PROCESSO.....	26
3.7 QUANTIDADE DE BIOMASSA CONSUMIDA PELA CALDEIRA	27
4.0 RESULTADOS E DISCUSSOES	29
5.0 CONSIDRAÇÕES FINAIS	32
6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA	34

1.0 INTRODUÇÃO

A região norte do estado do Espírito Santo que sempre teve destaque no ramo de plantação de eucaliptos para celulose e plantação de cana de açúcar para combustível e alimentação. Grandes empresas como Fibria (que foi incorporado ao grupo Suzano em 2017), Suzano e recentemente a Placas do Brasil geram uma quantidade grande de rejeitos (casca de eucalipto e chapa rejeitada). De acordo com PEREIRA (2006, p.2).

Diante desse processo produtivo, observa-se que em sua grande maioria, o acondicionamento desses rejeitos não é adequado e/ou não tem aproveitamento em suas possíveis utilidades. Esse rejeito poderia ser utilizado como matéria prima para a queima e funcionamento da caldeira e até mesmo a diminuição dos resíduos que seriam descartados. Para tanto, é necessário entender como esse processo de geração de energia pode se tornar viável e, quais benefícios essas empresas podem obter com o reaproveitamento desses materiais, levando-se em conta que os resíduos podem chegar ate 30% de aproveitamento (SHREVE e BRINK JR., 1977).

Realizando-se um planejamento interno com dimensionamento de reaproveitamento dos resíduos gerado pela produção, com adequação de maquinário para a queima da casca já existente na empresa e maior avaliação dos rejeitos para um bom aproveitamento da biomassa, minimizando o alto custo da matéria-prima.

1.1 JUSTIFICATIVA

Ao observar o funcionamento das empresas do norte do Espírito Santo que atuam no ramo de produção, corte e preparo do eucalipto para a fabricação de celulose, e de placa de fibra de média densidade, busca-se nesse processo de formação e informação entender todo o processo utilizado. Para tanto se faz necessário que se busque conhecer os mecanismos que possam colaborar para implantar técnicas de reaproveitamento dessas matérias primas, em especial, os objetos de estudos aqui destacados tais como: o uso das cascas de eucaliptos e o grande poder calorífico que elas contem. Demonstrando-se grandes benefícios gerados para a utilização desses resíduos como: uma produção mais limpa, uma economia de matéria prima principal (cavaco), aproveitamento dos espaços que

seriam ocupados pelos resíduos e até mesmo uma estabilidade na produção. Sugerindo-se a proposta de aproveitamento energético de biomassa residual da indústria de beneficiamento da madeira.

1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

Como é feita a atual utilização dos resíduos? Quais suas finalidades? Se há mercado de interesse na região, para reaproveitamento de rejeitos? Que maquinários poderão ser utilizados para adequações das caldeiras para reutilização dos rejeitos? Técnicas a serem implantadas?

1.3 HIPÓTESE

É possível gerar novo valor ou agregar valor pelo uso de resíduos de biomassa de madeira à uma indústria?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

- Realizar o planejamento, dimensionamento e propor o aproveitamento dos resíduos gerados pela produção (casca de eucalipto) na indústria.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Quantificar os resíduos identificados para o reaproveitamento;
- Apresentar os benefícios sociais, econômicos e ambientais do aproveitamento de resíduos de madeira;
- Realizar o reconhecimento do volume de resíduo produzido na indústria;
- Propor rotas de melhor aproveitamento para os resíduos;
- Estimar o potencial energético dos resíduos.

2.0 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DA MADEIRA

A atividade industrial é apontada como a grande geradora de emprego e renda, na economia contemporânea. Desde a década de 1930 o governo brasileiro segue a tendência de industrialização para substituição de importações, o que mais tardiamente fomentou o desenvolvimento de um parque industrial não somente capaz de atender à demanda interna, mas de exportar produtos de qualidade e com alto valor agregado (GREMAUD et al., 2002).

Em se tratando da indústria de beneficiamento de produtos de origem agropecuária e com destaque para os da silvicultura, esta possui relevante papel ao transformar uma matéria-prima de baixo valor em manufaturas. Conforme destaca Novaes (2001) a matéria-prima é, por consequência facilmente onerada pelos custos de transporte, ao passo que a industrialização permite sua transformação em produtos capazes de integrar outras cadeias produtivas, como o MDF, carvão, a celulose e o papel, ou mesmo de se constituírem em produtos finais, como os móveis e parte da madeira serrada, para atender às mais diversas classes sociais.

Sabe-se que a produção de eucalipto do estado do Espírito Santo é destinada, em grande parte para a indústria de celulose e papel. Todavia é conhecido o potencial desta madeira para diversas outras aplicações industriais, que em seu escopo contemplam desde grandes empresas até as pequenas e de administração familiar, permitindo geração de emprego e renda em nível regional. Em termos quantitativos, sabe-se que a indústria madeireira tem sido responsável, nos últimos anos, por mais de 20% do consumo de madeira em tora, de floresta plantada, destinada ao uso industrial (ABRAF, 2009).

A fábrica Beneficia resíduos de madeiras em geral. Todo material que chega no pátio passa por uma triagem, onde toda madeira é separada, após isso passa pelo processo de beneficiamento, onde um picador transforma madeira em cavaco. Esse cavaco é utilizado para queima na caldeira e para o processo produtivo de MDF, uma forma também de contribuir com o meio ambiente.

A caldeira é abastecida com biomassa (cavaco) para geração de vapor pro processo de produção de MDF, porém não se tem o aproveitamento da casca de

eucalipto que hoje é considerada como rejeito pela fábrica, mas poderia atender como uma fonte de alimentação da caldeira junto ao cavaco que é sua principal fonte de alimentação atualmente.

Ao se voltar para o foco da pesquisa busca-se conhecer melhor a energia de Biomassa que para Ramos (2005 p., 32) “um dos maiores problemas com a Biomassa é o fato de existirem tantas alternativas”. Entretanto, no mercado em questão, as próprias indústrias já produzem os insumos que serviriam como matéria prima para a energia de Biomassa.

De acordo com Nascimento e Lora, (2004):

O ciclo a vapor constitui a tecnologia mais antiga para a geração de eletricidade. Centrais termelétricas de geração com ciclo a vapor utilizam como máquina térmica uma turbina a vapor, com o único objetivo de produzir eletricidade. Neste tipo de máquina térmica a combustão é externa, por isso podem utilizar qualquer tipo de combustível, como óleo combustível, óleo diesel, carvão, gás natural e biomassa (lenha, bagaço de cana, resíduos, etc.)

2.2 BIOMASSA

Segundo a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (ccee), “uma das principais vantagens da biomassa é que, embora de eficiência inferior à de outras fontes, seu aproveitamento pode ser feito diretamente, por meio da combustão em fornos e caldeiras, por exemplo,”. Observando-se na tabela 1.

A energia contida na lenha ou nos cavacos de madeira para uso energético nunca sofreu processo de conversão ou modificação termoquímica, sendo dessa forma denominada de “Energia Primária da Biomassa”. Quando essa energia for liberada total ou parcialmente, será seu primeiro processo de modificação termoquímica. (CELSO FOELKEL, março 2016).

Entretanto quando se observa a produção de energia por Biomassa deve – se levar em conta toda sua produção de insumos o que para a Agência nacional de energia elétrica (Aneel) se torna um transtorno quando a Agência observa que:

Esta diversificação, apesar de inicialmente parecer vantajosa para a biomassa, na realidade não o é, pois dificulta o controle governamental sobre a origem dos insumos e contribui para a associação da utilização da biomassa a problemas como desflorestamento e desertificação (ANEEL, 2008 pág.: 30).

Tabela 1: Biomassa

VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DA ENERGIA DA BIOMASSA	DESVANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DA ENERGIA DA BIOMASSA
É uma energia renovável;	Deflorestação de florestas, além da destruição de habitat;
É pouco poluente, não emitindo dióxido de carbono (de acordo com o ciclo natural de carbono neutro);	Possui um menor poder calorífico quando comparado com outros combustíveis;
É altamente fiável e a resposta às variações de procura é elevada;	Os biocombustíveis líquidos contribuem para a formação de chuvas ácidas
A biomassa sólida é extremamente barata, sendo as suas cinzas menos agressivas para o ambiente;	Dificuldades no transporte e no armazenamento de biomassa sólida;
Verifica-se uma menor corrosão dos equipamentos (caldeiras, fornos, etc.)	Custo elevado na aquisição de equipamentos industriais;
A não emissão de dióxido de enxofre, tão poluente ao meio ambiente;	Maior possibilidade de geração de material, particulado na atmosfera. Isto significa maior custo de investimento para caldeira e equipamentos de remoção de material particulado lançado no meio ambiente;
Menor risco ambiental;	Dificuldade na estocagem e no armazenamento dos resíduos.
As emissões não contribuem para o efeito estufa	

Fonte: <https://www.portal-energia.com/vantagens-e-desvantagens-da-energia-biomassa/>

2.3 ENERGIA GERADA A PARTIR DA BIOMASSA

Biomassa pode ser definida como qualquer tipo de matéria orgânica que pode ser transformada em energia mecânica, elétrica ou térmica. Dependendo da sua origem, pode ser classificada como florestal (madeira, por exemplo), agrícola (soja, arroz, cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólido ou líquido).

Por tratar-se de uma fonte renovável e pouco poluente (pelo fato da emissão de CO_2 durante a produção de energia ser compensada pela absorção no desenvolvimento das culturas no caso vegetal), o uso da biomassa traz diversas vantagens quando comparadas com outras fontes de energia. Contudo, por apresentar um menor poder calorífico que outros combustíveis, é necessário explorar grandes quantidades de biomassa para gerar energia, o que pode trazer alguns impactos ambientais (como a destruição de habitats e devastação de grandes áreas) (Aneel, 2012).

A seguir serão apresentadas algumas formas de produção de energia a partir de biomassa.

Biogás: O uso do biogás com finalidade energética colabora ambientalmente e energeticamente nos tratamentos de esgotos, já que o biogás retorna para o sistema na forma de energia. O problema maior se dá devido ao elevado custo de implantação das tecnologias que exigem investimentos para limpeza do biogás e dos gases de exaustão, para o caso da utilização de turbinas a gás (FREIRE DA COSTA, 2006).

No caso do aproveitamento energético do biogás de aterros sanitários é um setor em crescimento. Em São Paulo, o aterro de Bandeirantes é capaz de gerar energia para 400 mil habitantes durante um período de 10 anos, sendo o maior do mundo neste segmento (CENBIO, 2001).

Biodiesel: O biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis como óleos vegetais e gorduras animais. Existem diferentes espécies de oleaginosas no Brasil que podem ser usadas como matéria-prima para produzir o biodiesel. Entre elas estão: a mamona, dendê, canola, girassol, amendoim, soja e algodão. Matérias-primas de origem animal, como o sebo bovino e gordura suína, também podem ser utilizadas na fabricação do biodiesel (MME Biodiesel, 2014).

Esse biocombustível substitui total ou parcialmente o diesel de petróleo, em motores de caminhões, tratores, camionetas, automóveis e também motores de máquinas que geram energia. (MME Biodiesel,2014).

O Brasil tem distribuído em seu território um total de 212 usinas de biodiesel em planta, sendo 61 aprovadas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Destas, 6 estão localizadas na região norte, 8 no nordeste, 28 na região centro-oeste, 16 no sudeste e 7 na região sul (Usina Verde S.A.).

Etanol: Produzido a partir da fermentação de hidratos de carbono (açúcar, amido), com origem em culturas como a cana de açúcar, beterraba, milho e outros cereais ou por processos sintéticos. O etanol tem diversas aplicações comerciais, sendo largamente utilizado como combustível automóvel na forma hidratada ou misturada com gasolina. É uma das principais fontes energéticas do Brasil, sendo o maior produtor mundial deste biocombustível, a base de cana-de-açúcar (Portal das Energias Renováveis, 2012).

Oficialmente, o Brasil possui apenas 331 usinas que podem produzir etanol. Estas unidades estão espalhadas por nove estados brasileiros e possuem capacidades que variam de apenas mil litros por dia até 3 milhões e 300 mil litros por dia. No grupo das mega usinas, com capacidade superior a 2 milhões de litros por dia, estão 20 unidades (NovaCana, 2014).

2.4 CASCA DE EUCALIPTO

Segundo Vital (2007) a árvore Eucalipto que do grego significa verdadeira cobertura, é a denominação das espécies de árvores do gênero *Eucalyptus*, que pertencem à família das mirtáceas, onde complementam outros 130 gêneros.

No Brasil, a cultura do plantio de eucalipto iniciou-se no século XX, quando ainda era usada como quebra-ventos e também na extração do óleo vegetal que a árvore contém. No ano de 1930, o eucalipto era plantado em escala comercial, sendo empregado como travessas para construção de casas, estradas, combustível para siderurgia e para fornos domésticos.

Ainda de acordo com a Suzano Papel e Celulose (2008) o eucalipto que é oriundo da Austrália; fez-se resistente e com rápido crescimento devido sua evolução por milhares de anos em solos quentes e secos, sendo de fácil adaptação a diferentes climas e solos, ideal para formação de florestas plantadas para diversos

fins industriais. O eucalipto tem corte aos sete anos de idade, em regime que permite três econômicas e sucessivas rotações para colheita e plantio, com reformas aos 21 anos de idade, sendo no caso de manejo de florestas para produção de madeira. A rotação pode ser prolongada até 25 anos.

Com o passar dos anos o eucalipto tornou-se uma importante biomassa florestal, visada para produção de papel e celulose, carvão, lenha, entre outros, consequentemente tendo a necessidade da criação de certificados de qualidade como: *Forest Stewardship Council (FSC)*, ou seja, Conselho de Manejo Florestal, que contribui com manejos florestais responsáveis pelo mundo, bem como certificações ISO 9001, qualidade dos processos e produtos, ISO 14001, gestão e tratamento eficaz dos aspectos ambientais.

Em números, conforme a IBÁ (2016), em 2015 o Brasil manteve a liderança no ranking global de produtividade florestal, citada pelas empresas de base florestal, com a média dos plantios de eucalipto no Brasil, de 36 m³/ha.ano, e nos últimos cinco anos de avaliação, a produtividade do eucalipto aumentou 0,7% a.a.

Neto (2017) ressalta que a casca do Eucalipto é a cobertura exterior de toda árvore, ocorrendo desde as raízes, tronco até os ramos, possuindo a função de proteção e apresentam-se em modelos, texturas, cores e desenhos diferentes, que podem ser aproveitados como auxílio de identificação das espécies. Quanto mais jovens as árvores, mais lisas são as cascas. As adultas apresentam rugas e são mais espessas.

A maior parte da casca, conforme Foelkel (2017) está presente no tronco, onde advém em proporções que variam de 10 a 25% do volume e 7 a 10% do peso seco, conforme a dimensão da mesma, com a forma, idade e divisão de tronco sendo avaliada. Na casca ainda obtém-se as cinzas que, durante a combustão da madeira, podem ser quantificadas quanto à presença de minerais e de diferentes nutrientes, com porcentagens entre 0,14 a 0,25, variando de acordo com a espécie, disponibilidade que se tem no solo e as influências das épocas do ano.

Logo, durante a colheita e processamento do eucalipto nas plantações e nas indústrias, sobram resíduos como cascas e galhos, que por vezes não são aproveitados da maneira correta e lucrativa.

Ainda conforme a IBÁ (2016), no ano de 2016, o setor gerou 47,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos, que desse total, 33,7 milhões, ou seja, 70,5% foram gerados pelas atividades florestais e 14,1 milhões, 29,5%, pelas indústrias.

Desta forma, as variações referentes à qualidade da madeira e da casca, são influenciadas por características que advém da genética das árvores, das variações ambientais e interação do tipo da biomassa com o meio ambiente, estabelecendo fatores que alteram a qualidade da madeira, o volume e a quantidade de massa produzida por área.

2.5 PODER CALORÍFICO

O principal fundamento de um combustível é gerar calor, ou seja, poder calorífico, que se obtém pelo desprendimento do calor através da combustão estequiométrica do combustível. O hidrogênio é elemento químico com maior poder calorífico, seguido pelos gases metano e propano, carbono, e os combustíveis etanol e metanol, de acordo com Lima (S.D).

Segundo Jara (1989), o poder calorífico tem como definição a grande liberação de energia na forma de calor que se desprende a partir da queima de uma unidade de massa da madeira. O poder calorífico deve ser informado, conforme Sistema Internacional, em joules por grama (J/g) ou quilo joules por quilograma (kJ/kg), mas também pode ser representado em calorias por grama (cal/g) ou quilocalorias por quilograma (kcal/kg), conforme Briane e Doat (1985).

O poder calorífico pode ser obtido através de análises feitas por bomba calorimétrica como também por análises elementares e imediatas realizadas nas amostras de biomassas, como teor de umidade, carbono fixo, materiais voláteis e cinzas e podendo ser calculados através da porcentagem encontrada por meio de diferentes fórmulas, de Parinkh et al. 2005, apud Braz, 2014

Segundo Brito (1993), é através da fórmula: $PCI = PCS - 600 (9H/100)$, onde Poder Calorífico Inferior (PCI) e Poder Calorífico Superior (PCS), que se exclui a interferência do vapor de água produzido na combustão do hidrogênio, presente no material em combinação com oxigênio, pois a maioria dos sistemas de utilização da biomassa para a produção de energia não retira a umidade do material abaixo de 10%, com isso, o poder calorífico que melhor se aproxima da realidade é o poder calorífico útil (PCU), que é derivado do PCI, levando-se em consideração um dado teor de umidade (U).

O PCS, informa a quantidade de calorias concedida por um material após sua combustão total, expresso em calorias por grama (cal/g) ou (kcal/kg)

quilocaloria/quilograma, Quirino et al. (2011). Quanto maior o valor de PCS, maior será a energia composta no combustível Carvalho Júnior (2010). Já a ASMT (2007) define o PCI, diferentemente do PCS, como o calor produzido por uma combustão de um valor unitário mínimo de combustível, sendo ele líquido ou sólido, que quando queimado a uma constante pressão de 0,1 MPa aproximadamente 1 atm, toda água formada durante a queima, sob essas condições, permanece na forma de vapor após esse processo de combustão.

Medeiros Cardoso (2010), diz que o PCI é a quantidade de calor indispensável para produção de um quilo de combustível, tornando o processo da combustão mais efetivo, fazendo com que o excesso de ar e os gases não entrem em estado de condensação e sim de ebulição.

Portanto Jenkins e Ebeling (1985) reforçam que o uso do PCS nos estudos para avaliação do potencial energético de uma biomassa é o mais utilizado, pois ele é o que melhor descreve a eficiência térmica de um processo de combustão e gaseificação, sendo que as grandes partes desses sistemas operam em volume e pressão constantes, definindo então um melhor resultado ao final das análises.

2.6 A IMPORTÂNCIA DA MENTALIDADE ECÓLOGICA

Com a globalização, as empresas tiveram que buscar alternativas de se tornarem competitivas em nível internacional. E para isso, elas tiveram de ajustar seus ambientes organizacionais, afastando-os do velho paradigma empresarial, baseado na economia de escala, na hierarquia de rigidez vertical e nos princípios do fordismo.

O novo paradigma empresarial procura reverter as antigas dificuldades fundamentando-se em fatores diversos, tais como: cadeia de valor, flexibilização dos trabalhos, melhoria contínua dos processos e produtos, preocupação com a satisfação dos clientes, consciência ecológica, surgimento da organização virtual, redução do ciclo de vida de fabricação. Surge, então, nesse novo ambiente produtivo, a variável ambiental. Com ela se pretende obter um diferencial competitivo empresarial e, ao mesmo tempo, atender as queixas da sociedade provenientes de um maior envolvimento desta com as questões ambientais

(DONAIRE, 1995). A sequência temporal conforme figura 1 representa a evolução da mentalidade empresarial quanto às questões ambientais:

Figura 1: Evolução da mentalidade empresarial quanto às questões ambientais.

	D É C A D A S				
	de 50	de 60	de 70	de 80	de 90
Finalidade do Gerenciamento	Conhecimento das questões ambientais		Controle da poluição		Prevenção da poluição
Responsabilidade empresarial	Inexistência de responsabilidade		Responsabilidade em silos funcionais		Responsabilidade integrada
Métodos de Controle	Contaminação dos recursos naturais		Controle fim de tubo		Análise do ciclo de vida dos materiais
Atitude empresarial	Aumento de produtividade sem preocupação com poluição		Reativa, em busca da adequação às normas		Pró-ativa

Fonte: Adaptado do Centro Nacional de Tecnologias Limpas.

2.7 O QUE É PRODUÇÃO MAIS LIMPA (PML)?

A PML é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada e preventiva para processos, produtos e serviços, para aumentar a eficiência global e reduzir os riscos às pessoas e ao meio ambiente.

Como estratégia aplicada à Gestão Ambiental, a Produção Mais Limpa (PML) é indicada como uma ferramenta que possibilita o funcionamento da empresa de modo social e ambientalmente responsável, ocasionando também influência em melhorias econômicas e tecnológicas, em outras palavras, a A PML aplica uma abordagem preventiva na Gestão Ambiental Silva Filho e Sicsú (2003).

Essa ferramenta visa trabalhar em melhorias contínuas nas operações da empresa, qualquer que seja sua área (de manufatura, de comércio, de serviços, além do setor primário), onde busca solucionar os problemas de ordem técnica e ambiental, demandando baixo investimento e reduzindo custos para a empresa.

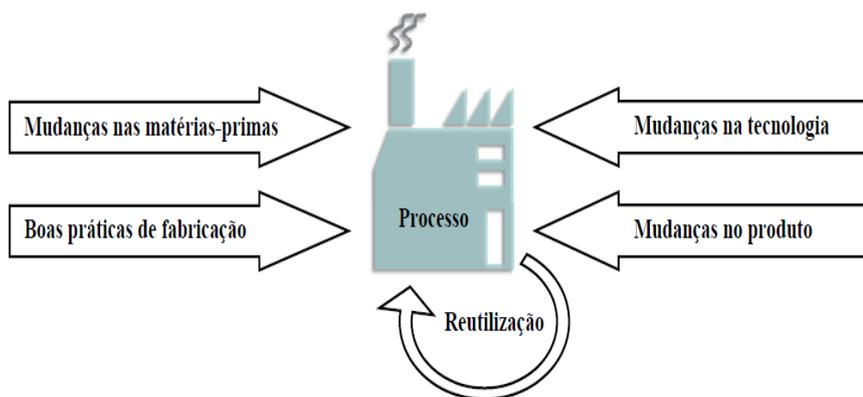
Para a Produção Mais Limpa, todo resíduo deve ser considerado um produto de valor econômico negativo. Portanto, a produtividade e os benefícios financeiros da empresa podem ser alavancados pela redução do consumo de matéria-prima, água e energia ou pela redução ou prevenção da geração de resíduos Silva Filho e Sicsú (2003).

2.8 POR QUE IMPLANTAR PRODUÇÃO MAIS LIMPA?

A implantação da PML nas empresas auxiliada pelas práticas de prevenção à poluição atua em várias frentes, desde a mudança na matéria-prima até a alteração das tecnologias utilizadas. Todas elas têm um único objetivo, contribuir com melhores desempenhos em áreas estratégicas da função produção. A figura 2 apresenta as formas de atuação da PML nas empresas.

A Produção Mais Limpa, segundo a UNEP(2015) (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), consiste na aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, que evita a geração, minimiza ou recicla os resíduos gerados pelos processos produtivos, com a finalidade de aumentar a eficiência na utilização das matérias-primas, água e energia e de reduzir os riscos para as pessoas e para o meio ambiente

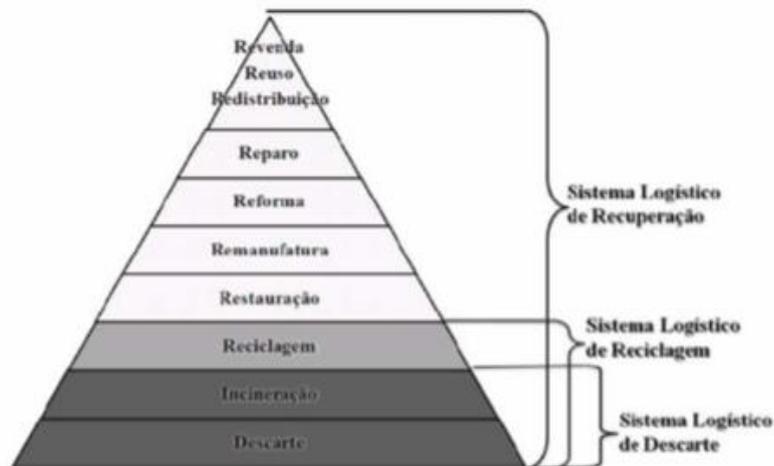
Figura 2: Formas de atuação da produção mais limpa nas empresas.



2.9 PIRÂMIDE LOGÍSTICA DE RECUPERAÇÃO

Segundo Andrade, Ferreira e Santos (2009) encontra-se na base da pirâmide reversa à recuperação de materiais do sistema logístico reversos, de acordo com o valor final recuperado, diminuição dos possíveis impactos ambientais e diferentes níveis de processos realizados, tendo o Sistema Logístico de Descarte (SLD) como primeiro nível, no qual o objetivo é respeitar as leis e normas vigentes, o Sistema Logístico de Reciclagem (SLR) como segundo nível, com objetivo de recuperação e reaproveitamento dos produtos, com sua diminuição de custos, e por fim o Sistema Logístico de Recuperação (SLRec), cujos objetivos principais são revalorização de bens e reaproveitamento de produtos, como terceiro nível. A figura 3 mostra a divisão proposta pelos autores.

Figura 3 - Níveis de Recuperação de Valor.



Fonte: Andrade, Ferreira e Santos (2009).

3.0 PERCURSO METODOLÓGICO

A metodologia aqui adotada baseou-se no estudo de caso voltado para as indústrias existentes na região norte do Espírito Santo, que tem como escoamentos de produção: a cana-de-açúcar e o eucalipto. Tendo como propósito promover a familiaridade com o problema em estudo, visando identificar como é feita a atual utilização dos resíduos, quais suas finalidades, que maquinários poderão ser

utilizados para adequações das caldeiras para reutilização dos rejeitos. O que se é possível observar no que se descreve a seguir:

3.1 QUANTIDADE DE CASCA DESCARTADA

Cerca de 405 metros cúbicos de casca são gerados a cada por dia de trabalho que são descartados como rejeito. Ocupando assim um grande espaço na fábrica, demonstrado na figura 4.

Figura 4: Rejeito de casca gerada pelo picador



3.2 CUSTO DE BIOMASSA PARA CALDEIRA

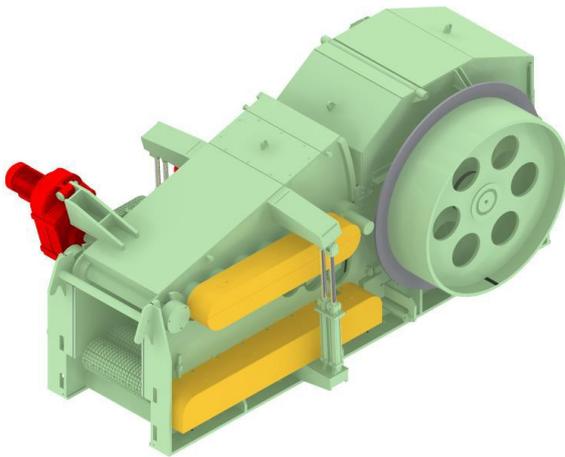
Segundo a empresa Placas do Brasil o custo médio do eucalipto adquirido e de R\$ 121,00 o metro cúbico transportado até a fábrica. Esse valor pode ser alterado dependendo da quilometragem de onde está estocada esta biomassa.

3.3 QUANTIDADE DE CAVACO PRODUZIDA PELO PICADOR A TAMBOR DEMUTH MODELO DPF-500/1000

O Picador DPF-500/1000 conforme figura 5 tem uma capacidade máxima de produção de 180 metros cubico hora (Horgis Olkoski,2015). Segundo a empresa Placas do Brasil a quantidade de cavaco necessário em 24 horas e o equivalente a

2700 metros cúbicos, contando com as paradas para manutenção preventiva, troca de faca do picador e troca de turno

Figura 5: Picador a tambor Demuth modelo DPF-500/1000



Fonte: Manual de operações e manutenção/informativo picador a tambor DPF-TAG:104 Placas do Brasil.

3.4 SILO DE BIOMASSA

Segundo a empresa Placas do Brasil possui de um silo para alimentação da caldeira (Silo de Biomassa, capacidade: 5.000 metros cúbicos de armazenamento). Conforme figura 6.

O silo é abastecido pelo picador pela parte superior e todo material contido é extraído pela parte inferior por uma rosca de extração, de onde alimenta uma esteira transportadora e leva toda biomassa para alimentar a caldeira.

Figura 6: Silo de Biomassa



3.5 MOEGA UTILIZADA PARA ALIMENTAR A CALDEIRA EM CASO DE EMERGÊNCIA

Com a necessidade de manter a caldeira sempre ativa, a fábrica possui um equipamento de suma importância a “moega” com capacidade de 225 metros cúbicos hora (Horgis Olkoski,2015), conforme figura 7.

Caso haja alguma obstrução no silo de biomassa ou alguma parada por motivo mecânico ou elétrico a moega entra em atividade para manter o fogo da caldeira. Conforme a Placas do Brasil esse equipamento pode se trabalhar em conjunto com a rosca de extração do silo de biomassa para que sejam dosados os rejeitos (casca de eucalipto) e o cavaco para alimentar a caldeira.

O abastecimento da moega é feito através de uma pá carregadeira que é responsável também por retirar todo o rejeito gerado pelo picador. Essa máquina fica alocada no picador, porém pode ser alternada para retirar o rejeito do picador como para alimentar a moega de acordo com a necessidade. Já que a distância entre as duas áreas é de aproximadamente 200 metros.

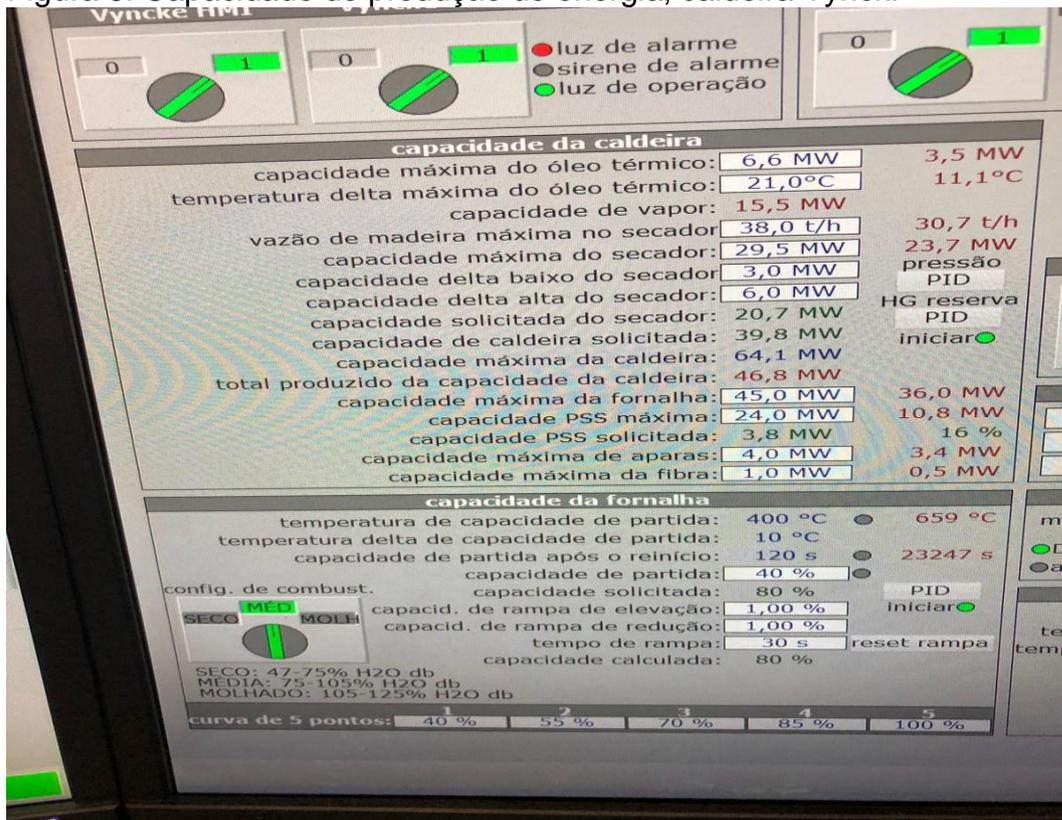
Figura 7: Moega modelo tag 216 Demuth abastecida para alimentação da caldeira



3.6 QUANTIDADE DE ENERGIA GERADA PELA CALDEIRA PARA O PROCESSO

Usando como amostra a caldeira do fabricante Vyncke, a capacidade máxima de energia gerada é de 64,1MW. Conforme a Placas do Brasil não se tem a necessidade de trabalhar com toda essa energia já que o processo de fabricação do MDF necessita apenas de 14 bar de pressão de vapor saturado e temperatura de saída do gás quente de 450 °C. Com isso a energia de 36 MW conforme figura 8 já é o bastante para a produção do produto independente da espessura da chapa (4 mm, 6 mm, 9 mm, 12 mm, 15 mm, 18 mm ou até mesmo de 25 mm).

Figura 8: Capacidade de produção de energia, caldeira Vynck.



3.7 QUANTIDADE DE BIOMASSA CONSUMIDA PELA CALDEIRA

Segundo a Placas do Brasil a quantidade de biomassa consumida pela caldeira varia de acordo com o tipo de produção, contudo pode se consumir uma quantidade elevada de biomassa caso necessite um aumento de energia da caldeira ou diminuir o consumo quando se tem uma produção baixa, ou seja o consumo de biomassa está ligada diretamente a capacidade de energia que o secador está solicitando a caldeira.

Utilizando como exemplo um consumo de energia de 36.000 KW para produção de MDF, conforme tabela 2 segue demonstrativo de consumo de biomassa da caldeira. Lembrando que a capacidade máxima da caldeira e de 64.100 KW.

A tabela contém informações de grande importância para realizar o cálculo de consumo de biomassa para a caldeira, nela está à informação de porcentagem de umidade do cavaco, porcentagem de cinzas e capacidade calorífica da biomassa.

Tabela 2: Calculo de Consumo de biomassa

Cálculo de Biomassa	
% Umidade (base úmida)	33%
% Cinzas	1%
Geração de Energia	36.000 kW
Capacidade calorífica da biomassa:	2.780 kcal/kg
Capacidade calorífica da biomassa:	11.677 kJ/kg
Consumo de biomassa:	11.654 kg/h
Consumo de biomassa:	11,7 ton/h
Consumo de biomassa:	64,7 m³/h

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

É importante conhecer as características da biomassa proveniente da casca de eucalipto, para as análises imediatas e para avaliação energética com o intuito de geração de energia.

Segundo Rosimere (2010), o poder calorífico é uma propriedade muito importante a ser considerada, pois indica qual a quantidade de energia a ser liberada com a queima de biocombustível, podendo ser definido em três tipos como: inferior, quantidade de calor liberada na combustão ou superior, que é a somatória do inferior mais a energia gasta para vaporizar a água e poder calorífico, quando se leva em consideração o teor de umidade do combustível.

Já conforme os dados da tabela 3, a casca do eucalipto por obter maior poder calorífico, será a biomassa a produzir maior energia ou maior produção de vapor. Levando em consideração que as biomassas podem apresentar características de qualidade diferentes e combinadas com controles de desempenho, por exemplo como uma caldeira, podem apresentar pequenas variações no seu rendimento da produção de vapor.

Tabela 3 :Comparação de análises de Poder Calorífico Superior em biomassas.

Biomassa	Método/Referências	PCS (MJ/Kg)
Casca de eucalipto	Parinkh et al. (2005)	21,11
	Demirbas et al. (1997)	20,44
Bagaço de cana	Carrier et al. (2013)	17,6
Casca de Coco	Esteves et al. (2015)	18,48
Casca de Café	Silva (2012)	16,67

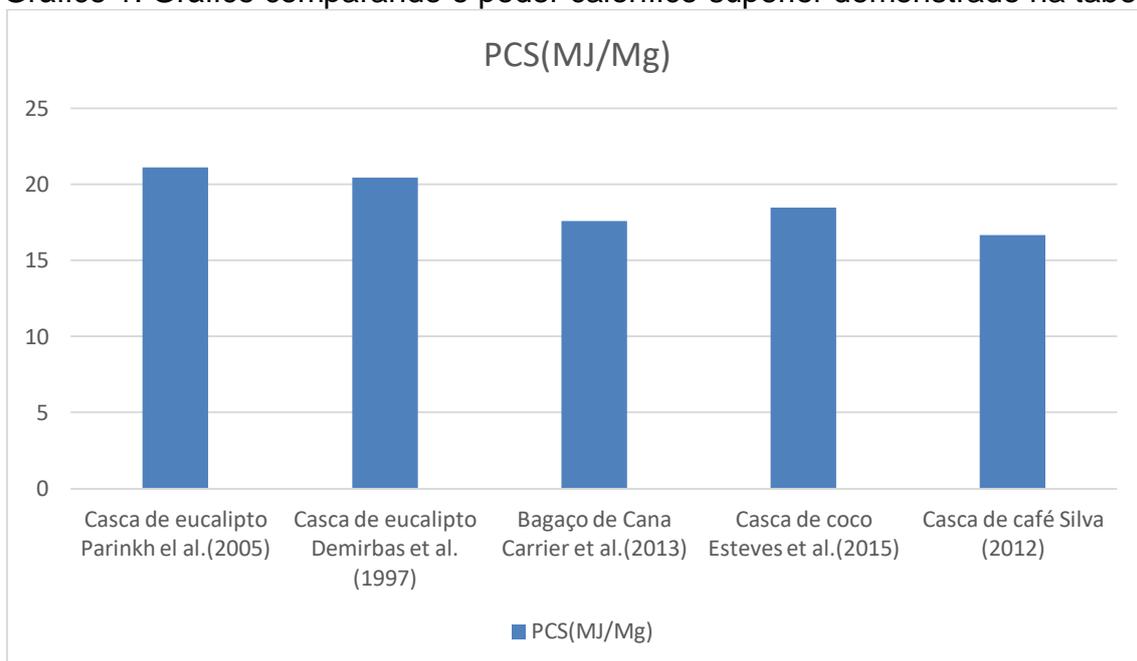
PCS= Poder Calorífico Superior

Fonte: O autor.

No setor industrial, a biomassa é fundamental para geração de energia, na qual é produzida através do vapor da queima da mesma, conforme gráfico 1 foram

comprovados que este artigo a casca de eucalipto apresenta um maior poder calorífico de 21,11 MJ/Kg, sendo superior ao da casca de café com valor de 16,67 segundo Silva (2012), e de acordo com Esteves (2015), a casca de coco com 18,48 MJ/Kg e Carrier et al. (2013) bagaço da cana 17,6 MJ/Kg.

Gráfico 1: Gráfico comparando o poder calorífico superior demonstrado na tabela 3.



Fonte :o autor

Corder (1976) relata que o poder calorífico será influenciado negativamente caso a porcentagem de umidade de uma biomassa não for considerada, pois existe uma perda de energia para que ocorra a vaporização da água presente na casca. Corder (1976) ainda cita diferentes valores de poder calorífico para madeiras sendo 4300 a 4850 kcal/Kg e cascas entre 4400 e 5400 kcal/Kg.

A quantidade de casca gerada é de aproximadamente 15% do tronco do eucalipto, ou seja, cerca de 405 metros cúbicos gerados a cada 24 horas de trabalho no picador que são descartados como rejeito. Ocupando assim um grande espaço na fábrica, a casca do eucalipto tem sido descartada pela fábrica ao invés de ser reaproveitada para queima na caldeira. Com isso a fábrica teria uma economia diária

de R\$ 49.005,00 considerando uma produção diária de 2700 metros cúbico uma média de 15% de casca do tronco do eucalipto e um valor de compra de R\$121,00 o metro cúbico.

Comprovando desta forma que além deste processo ser ecologicamente viável trazendo como base uma produção mais limpa, uma logística reversa e seu baixo custo de produção, o vapor produzido pela biomassa da casca do eucalipto apresenta rendimento maior para produção de vapor.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises imediatas e na caracterização, podemos concluir que a casca do eucalipto apresentou-se uma biomassa com grande potencial energético, sendo uma ótima opção.

Nas comparações realizadas, obteve-se excelentes resultados de poder calorífico pelo método de Parinkh, 21,11% como também pelo método de Demirbas, 20,44%, o que correspondeu a avaliação de acordo com literaturas expostas. Portanto, de forma analisada pode-se observar o quanto a energia adquirida por meio de biomassas se faz necessária e eficaz.

Outro fator de suma importância é a quantidade de casca desperdiçada que pode ser facilmente consumida pela planta térmica com uma economia satisfatória de R\$ 49.000,00/dia.

Dessa forma considera-se como recomendações passíveis de realizações: Redução de impactos ambientais e residuais, possibilidade de compra de resíduos nas mediações, implantação inovadora da produção mais limpa e de uma logística reversa levando a viabilização da economia interna.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. M.; FERREIRA, A.C.; SANTOS, F. C. A. Tipologia de sistemas de logística reversa baseada nos processos de recuperação de valor. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO. LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 12., 2009. Anais... São Paulo: FGV:EAESP, 2009.

ANEEL, 2012, Banco de Informações de Geração. Disponível em: Acesso em: www.aneel.gov.br. Acesso em: 19/01/2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2008. Brasília, DF: ABRAF, 2009. 120 p.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Atlas de energia elétrica do Brasil. 3 ed. Brasília: ANEEL, 2008. 236p.

BRIANE, D.; DOAT, J. **Guide Technique de la Caronisation: la Fabrication Du Charbon de Bois**. Aix-en-Provence, ÉDISUD, 1985.

BRITO, J. O. **Utilização de lenha no Brasil**. Biomassa e Bioenergia, v.12, n.1, p.69-74, 1993.

CARVALHO, C. O. DE. **Comparação entre métodos de extração do óleo de *Mauritia flexuosa* L.f. (arecaceae - buriti) para o uso sustentável na reserva de desenvolvimento tupé: rendimento e atividade antimicrobiana**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Ciência da Saúde, Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Manaus, 2010.

CARRIER, M.; JOUBERT, J.; DANJE, S.; HUGO, T.; GÖRGENS, J.; KNOETZE, J. H. **Impact of the lignocellulosic material on fast pyrolysis yields and product quality**. Bioresource Technology, v. 150, p. 129–138, 2013.

CENBIO. **Nota Técnica VII – Geração de energia a partir do biogás gerado por resíduos urbanos e industriais**. Florianópolis, SC, 2001. Disponível em: <http://cenbio.iee.usp.br/download/documentos/notatecnicavii.pdf>. Acesso em: 04 de janeiro de 2019.

COTTA, A. M. G. Qualidade do Carvão Vegetal para Siderurgia. Viçosa – MG. 1996. (Monografia). Disponível em: <<http://www.ipef.br>>. Acesso em: 30 de janeiro de 2019.

CORDER, S. E. 1976 - **Fuel Characteristics of Wood and Bark and Factors Affecting Heat Recovery**. Proceedings Wood Residue as an Energy Source N: P 75-13 Forest Products Research Society.

Demirbas, A, 1997. Calculation of higher heating values of biomass fuels. **Fuel** 76 (s), 431- 434. Disponível em: <<http://reader.elsevier.com>>. Acesso em: 20 de março de 2019

DONAIRE, D. **Gestão Ambiental na empresa**. São Paulo: Atlas, 1995.

ESTEVEES, M.R.L.; ABUD, A.K.S.; BARCELLOS, K.M. **Avaliação do potencial energético das cascas de coco verde para aproveitamento na produção de briquetes**. Scientia Plena, Maceió – AL, vol. 11, num. 03, p. 6, 2015.

Energias Renováveis. Disponível em: <www.pac.gov.br/geracao-de-energia-eletrica>. Acesso em: 02 março 2014.

FREIRE DA COSTA, D. **Geração de energia elétrica a partir da biomassa do tratamento de esgoto**, 2006.194f. Dissertação (Pos-Graduação em Energia) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006

FOELKEL, Celso. **Utilização de Biomassa do Eucalipto para Produção de Calor, Vapor e eletricidade, Eucalyptus** Online Book. Disponível em: <http://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT43_Florestas_Energeticas_Eucaliptos.pdf>. Acesso em: 01 de março de 2016.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. 1. ed. São Paulo: UFRDS, 2009. 120 p. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GREMAUD, A. P.; VASCONCELOS, M. A. S.; TONETO Jr., R. **Economia brasileira contemporânea**. São Paulo: Atlas, 2002.

IBÁ – **Indústria Brasileira de Árvores**. Relatório IBA 2016. São Paulo. 2016.

JARA, E. R. P. **O poder calorífico de algumas madeiras que ocorrem no Brasil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989. 6 p. (Comunicação Técnica, 1797)

JENKINS, B.M.; EBELING, J.M. Thermochemical properties of biomass fuels: an analysis of 62 kinds of biomass for heat value. **California Agriculture**, June 1985. p.14-16.

KLAUTAU, J. V. P. **Análise Experimental de uma Forno a Lenha de Fluxo Co-corrente para Secagem de Grãos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – UFP, Curitiba, PR, 2008.

LIMA, J. L. **A Eletrobrás e a história do setor de energia elétrica no Brasil**: ciclo de palestras. Rio de Janeiro: Centro da Memória da Eletricidade no Brasil. Coordenação Renato Feliciano Dias, 1995. 298 p.

MEDEIROS, M.J.R.; CARDOSO, R.A. **Os impactos ambientais gerados por resíduos dentro de postos de combustíveis**. Caldas Novas: [s.n.], 2010. 74 f. II. Disponível em:

<http://www.cdn.ueg.br/arquivos/caldas_novas/conteudoN/530/TCAdmMarinzRayanny2010.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2018.

MME [Ministério de Minas e Energia]. **Biodiesel**. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel: Objetivos e Diretrizes. Brasília: MME, 2014. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/programa/objetivos_diretrizes.html>. Acesso em: 15 jan. 2019

Nascimento, M. A. R., Lora, E. E. S., **Geração Termelétrica: Planejamento, Projeto e Operação**, Rio de Janeiro, Interciência, 2004.

NETO, Rosalvo Maciel. **Potencialidade de uso bioenergético da madeira e da casca de eucalyptus spp. plantados em espaçamento adensado**; USP, 2017.

NERES, Aldeni Costa. **Dados produção de vapor X** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <aldenineres@e-mailcorporativo.com.br> em: 05 nov. 2018.

NOVA CANA, B. **As Usinas de Açúcar e Etanol do Brasil. 2013**. Elaborado por: Revista Nova Cana. Disponível em: <http://www.novacana.com/usina-brasil>. Acesso em: 19 dez. 2018.

NOVAES, A.G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição – Estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

PARIKH, J.; CHANNIWALA, S. A.; GHOSAL, G. K. A correlation for calculating HHV From proximate analysis of solid fuels. **Fuel**, London, GB, v.84, n. 5, p. 487-494, 2005.

PEREIRA, J. C. D. et al. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 2p.

QUIRINO W.F.; VALE, A.T.; ANDRADE, A.P.A.; ABREU, L.S.; AZEVEDO, A.C.S. **PODER CALORÍFICO DA MADEIRA E DE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS**. REVISTA DA MADEIRA, BRASILIA – DF, Nº 89, P 100-106, 2011.

RAMOS, J. **Energia – Desafios e Alternativas para o Século XXI**. In: Boletim Informativo nº33 set/out, 2005. Projeto Energia Alternativa, UFG – Labsolar _UFSC.

SICSÚ, A. B.; SILVA FILHO, J. C. G. **Produção Mais Limpa: uma ferramenta da Gestão Ambiental aplicada às empresas nacionais**. In: XXIII ENEGEP 2003. Ouro Preto: ABEPRO, 2003. CD-ROM.

SILVA, J. P. **Caracterização da Casca de Café (coffea arábica, L) in natura, e de seus Produtos Obtidos pelo Processo de Pirólise em Reator Mecanicamente Agitado**. Dissertação de Mestrado da Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2012.

Sistema de picagem: manual de operações e manutenção/informa informativo picador a tambor DPF-TAG:104 placas do brasil

SHREVE, R. N.; BRINK, J. A. J. Indústrias de tintas e correlatos. In: SHREVE, R. N.; BRINK, J. A. J. **Indústrias de processos químicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977.

SUZANO PAPEL E CELULOSE. **Eucalipto cultura e desenvolvimento sócio ambiental**. 2008. <http://www.suzano.com.br/wp-content/uploads/2016/09/book_eucaliptocultura.pdf> Acesso em: mar. 2018.

THOMAZELLI, Clayton. **Informações para TCC** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <claytontomazelli@e-mailcorporativo.com.br> em: 05 nov. 2018.

USINA VERDE S.A. Disponível em: . Acesso em: 15 de Fevereiro, 2019.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME (UNEP) [online]. Disponível: <http://www.unep.org/pc/cp> [acessado em jul. 2019].

VITAL, Marcos H F. **Impacto Ambiental de Flor Ambiental de Florestas de Eucalipto estas de Eucalipto**, pág. 240 e 241