

**CENTRO UNIVERSITÁRIO FACVEST – UNIFACVEST**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**LARYSSA APARECIDA CAMARGO MACIEL**

**ANÁLISE DE COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS UTILIZADOS EM CALDEIRAS:  
BRIQUETE, CARVÃO E LENHA.**

LAGES – SC, 2019

**LARYSSA APARECIDA CAMARGO MACIEL**

**ANÁLISE DE COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS UTILIZADOS EM CALDEIRAS:  
BRIQUETE, CARVÃO E LENHA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em engenharia de produção do Centro Universitário Facvest-UNIFACVEST como parte dos requisitos para obtenção do título de engenheiro(a) de produção.

Orientador: Prof. MsC. Ailton Leonel Balduino Junior.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por sempre estar comigo nas horas mais difíceis me iluminando e me fortalecendo todos os dias.

Agradeço a equipe de Professores que sempre me e auxiliaram nas minhas duvidas e enriqueceram meu conhecimento, em especial ao coordenador do meu curso Rodrigo Botan que sempre esteve a disposição para esclarecer minhas duvidas, repassando seu conhecimento com sabedoria, e ao meu orientador Ailton Leonel Balduino Junior que passou seu conhecimento com dedicação para realização do trabalho de conclusão de curso.

Agraço também a minha família, em especial meu marido Lucyan, meus pais Marcionei Maciel e Sueli Maciel e minha irmã Anna Laura que nunca deixaram desistir sempre me motivando a seguir em frente.

## RESUMO

Os combustíveis analisados no referencial bibliográfico são para conhecimento de suas competências a respeito das suas utilizações, sendo assim foi analisado a questão nas matérias primas, eucalipto, pinus e bambu que originam os combustíveis trazendo os poderes caloríficos e disponibilidades em um contexto geral, assim guiando-se para os combustíveis sólidos: briquete, carvão vegetal e lenha, sendo abordado além de seus poderes caloríficos, a sua atuação e impacto ao meio ambiente, por fim visto esses fatores vemos também o contexto do mercado energético que compreende toda essa movimentação da utilização dos combustíveis tanto no Brasil como em outros países. Sendo hoje a preocupação do meio ambiente se tornou um critério rigoroso no mercado atual, que atinge as empresas que fazem uso dos combustíveis, tornando um ciclo mais rigoroso, que atinge não só o combustível em si como também as matérias-primas utilizadas para a fabricação do mesmo.

**Palavras chave:** Combustível, Poder Calorífico, Meio Ambiente, Mercado Energético.

## **ABSTRACT**

The fuels analyzed in the bibliographic reference are for knowledge of their competences regarding their uses, so it was analyzed the issue in the raw materials, eucalyptus, pine and bamboo that originate the fuels bringing the calorific powers and availability in a general context, thus guiding for solid fuels: briquette, charcoal and firewood, being addressed beyond their calorific powers, their performance and impact on the environment, finally seen these factors we also see the context of the energy market that comprises all this movement of use fuels both in Brazil and in other countries. Being today the concern of the environment has become a strict criterion in the current market, which reaches the companies that make use of the fuels, making a more rigorous cycle, that reaches not only the fuel itself but also the raw materials used for the manufacture. The same.

**Keywords:** Fuel, Calorific Power, Environment, Energy Market.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1    Objetivo Geral.....	2
2.2    Objetivos Específicos .....	2
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
3.1 O COMBUSTÍVEL E SEU PODER CALORÍFICO .....	3
3.1 BIOMASSA.....	3
3.2 ESCOLHAS DAS MATÉRIAS-PRIMAS QUE ORIGINAM OS COMBUSTÍVEIS: EUCALIPTO, PINUS E BAMBU.....	5
3.3 MATÉRIA-PRIMA ESCOLHIDA “EUCALIPTO”.....	6
3.4 BRIQUETE.....	8
3.5 CARVÃO VEGETAL .....	10
3.6 LENHA.....	11
4.MATERIAL E MÉTODO.....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
5.1 PODER CALORÍFICO .....	16
5.1.2 PODER CALORÍFICO DAS MATÉRIAS-PRIMAS QUE ORIGINAM OS COMBUSTÍVEIS .....	16
5.1.3 GÊNERO EUCALIPTO .....	16
5.1.4 GENÊRO PINUS .....	17
5.1.5 GENÊRO BAMBU .....	18
5.2 FATORES SOBRE O EUCALIPTO SER MATÉRIA-PRIMA BASE PARA OS COMBUSTÍVEIS ANALISADOS .....	18
5.3 PODER CALORÍFICO DO BRIQUETE, CARVÃO VEGETAL E LENHA PROVENIENTES DO EUCALIPTO.....	19
5.3.1 BRIQUETE.....	19

5.3.2 CARVÃO VEGETAL.....	19
5.3.3 LENHA .....	20
5.4ÍNDICES SOBRE OS PARÂMETROS DE ANÁLISE DOS COMBUSTÍVEIS: BRIQUETE, CARVÃO VEGETAL E LENHA. ....	21
5.5 OUTROS FATORES ANALISADOS PARA O COMBUSTÍVEL BRIQUETE	21
5.6 OUTROS FATORES ANALISADOS SOBRE O COMBUSTÍVEL LENHA ...	21
5.7OUTROS FATORES ANALISADOS PARA O COMBUSTÍVEL CARVÃO VEGETAL .....	22
5.8 MERCADO ENERGÉTICO E MEIO AMBIENTE .....	23
6. CONCLUSÃO.....	24
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1 - Eucalipto</b> .....	7
<b>Figura 2- Briquete</b> .....	9
<b>Figura 3 - Carvão Vegetal</b> .....	10
<b>Figura 4 - Lenha</b> .....	11
<b>Figura 5 - Matriz Energética</b> .....	23

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1 - Gênero Eucalipto</b> .....	17
<b>Tabela 2 - Genêro Eucalipto (2)</b> .....	17
<b>Tabela 3 - Gênero Pinus</b> .....	17
<b>Tabela 4 - Gerêno Bambu</b> .....	18
<b>Tabela 5 - Gênero Bambu (2)</b> .....	18
<b>Tabela 6- Briquete</b> .....	19
<b>Tabela 7 - Briquete (2)</b> .....	19
<b>Tabela 8 - Carvão Vegetal</b> .....	20
<b>Tabela 9 - Carvão Vegetal (2)</b> .....	20
<b>Tabela 10 - Lenha</b> .....	20

**LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>PCS</b>	Poder Calorífico Superior
<b>PCI</b>	Poder Calorífico Inferior
<b>U</b>	Umidade
<b>H</b>	Teor de Hidrogênio de Combustível
<b>Kcal/kg</b>	Quilo Calorias por Quilograma
<b>Cal/kg</b>	Calorias por quilo

## 1. INTRODUÇÃO

A demanda significativa para a geração de energia vem aumentando gradualmente ao longo dos anos, os combustíveis sólidos oriundos da base florestal vêm sendo usados com frequência pelas indústrias para a alimentação de equipamentos específicos.

Esses combustíveis passam por processos antes de estarem prontos para o uso, sendo assim agride menos o meio ambiente, pois se comparados a outros tipos de combustíveis que liberam uma quantidade maior de gases poluentes, os combustíveis sólidos tornam-se uma boa opção para uso.

Hoje temos vários fatores que impulsionam o Brasil para poder ser um país competitivo no mercado energético, sendo que a qualidade dos produtos é indispensável tendo em vista também uma preocupação com o meio ambiente, por isso as florestas energéticas se tornaram uma escolha viável, reduzindo o uso das florestas nativas.

O Poder Calorífico de um combustível pode ser definido como a quantidade de energia interna contida no mesmo, assim quanto mais alto for o seu poder calorífico, maior será a energia contida nele.

Cada equipamento tem seu modo de operação e o combustível deve se adequar a ele tornando a produção dinâmica e com o mínimo possível de desperdício, resultando em um processo economicamente viável e causando menos impacto ao meio ambiente.

Veremos as comparações entre três tipos de combustíveis sólidos sendo o briquete, carvão, lenha e suas matérias-primas, explanando as qualidades e o poder calorífico, mostrando qual é o mais viável no cenário atual, entre os três combustíveis que iremos abordar temos os que são vistos como pouco utilizados porém são de suma importância para várias empresas. Desta forma o estudo deverá demonstrar através de pesquisas e coleta de dados o desempenho e a qualidade de um combustível sólido.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Através da revisão bibliográfica apresentar a qualidade entre as biomassas, briquete, carvão e lenha para utilização na geração de energia térmica.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Apresentar as matérias-primas.
- Analisar poder calorífico.
- Analisar de impacto ao meio ambiente.
- Apresentar análise entre as biomassas.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 O COMBUSTÍVEL E SEU PODER CALORÍFICO**

Uma boa definição de combustível seria toda e qualquer substância que pode reagir como oxigênio e assim liberar a energia térmica, sendo identificado como combustível sólido, líquido ou gasoso, o mesmo então libera energia que provem de reações químicas. (SCHÜRHAUS, 2007).

A umidade pode ser um fator determinante nas questões de poder calorífico e no rendimento do combustível sólido, isso se dá à quantidade de água contida na biomassa sendo que se a mesma for submetida à secagem tende a sofrer alterações nesta questão. (VIDAL e HORA, 2011).

Segundo Rendeiro et al., (2008) analisando o conceito da combustão veremos que a mesma se dá através de uma reação química, nesta reação temos a oxidação de materiais utilizados como combustíveis

A quantidade de energia liberada por uma unidade de massa ou de volume pode ser definida pelo poder calorífico superior ou inferior, e depende da composição do combustível a ser utilizada. (SCHÜRHAUS, 2007).

Segundo (OLIVEIRA, 2016) a biomassa é muito ampla podendo se tornar variáveis biocombustíveis, sendo a combustão em si vinda da transformação da energia química dos combustíveis que resultam em calor da própria combustão, isso se dá por meio das reações de elementos constituintes em razão do oxigênio.

Podemos verificar que também para o autor o poder calorífico da madeira e de seus resíduos pode ser definido no processo de combustão que é liberado uma quantidade de calorías. (NASCIMENTO; DUTRA; NUMAZAWA, 2006).

#### **3.1 BIOMASSA**

Para Kimura (2009) podemos verificar evidências na utilização da biomassa em comparação a outros combustíveis como:

- A mesma tem um índice economicamente viável;
- O fato de a mesma ser renovável;
- Não ser prejudicial ao meio ambiente;
- A manutenção e o plantio tem um custo relativamente baixo;

Segundo ABREU (Org), OLIVEIRA (Org), GUERRA (Org) (2010a) o estudo refere-se à finalidade da biomassa para gerar energia no Brasil onde a diversificação dos produtos está oferecendo oportunidades para a utilização da biomassa florestal, assim tendo uma fonte de renda mais renovável.

Segundo Oliveira (2016) diz que a biomassa se tornou uma fonte renovável para diversos fins, sendo que conta com o fato de não emitir gases poluentes e diversifica a oferta de energia.

Segundo Kimura (2009) como o mundo está com vários problemas climáticos decorrentes de poluição, desmatamento, entre outros, a busca por uma fonte de energia renovável e menos agressiva possível ao meio ambiente favorece o destaque da utilização da biomassa.

ABREU (Org), OLIVEIRA (Org), GUERRA (Org) (2010b, p. 185) afirmam que referente à utilização da energia da biomassa, pode ser considerada estratégica para os próximos anos, pois ela é uma fonte renovável. No nosso país, mais de um quarto da energia usada vem de origem vegetal.

Segundo Oliveira (2016) para os próximos anos de desenvolvimento da biomassa se sujeita a aquisição da matéria-prima já que são rentáveis economicamente, tendo um valor operacional e tecnológico referente à colheita.

Para Vidal e Hora (2011) a biomassa está presente do mercado energético se tornando muito compensatória vinda de resíduos florestais e industriais, tendo destaque o potencial das florestas energéticas em longo prazo principalmente para o nosso país.

Segundo ABREU (Org), OLIVEIRA (Org), GUERRA (Org) (2010a) nos dias atuais pode-se verificar a importância da energia sendo algo que impacta diretamente na sociedade, então o estudo referente à qualidade e eficiência se tornou algo de suma importância sendo as opções dos critérios energéticos relacionados à tecnologia, disponibilidade, preço, etc.

Segundo Rendeiro et al., (2008) vemos que a biomassa que é utilizada pelas empresas não pode ser simplesmente adquirida e utilizada sem um tratamento adequado antes, um dos mais utilizados são:

- Pellets;
- Secagem;

- Trituração;
- Briquetes;
- Torrefação.

Segundo Oliveira (2016) o aproveitamento da biomassa traz inúmeras vantagens alavancando projetos e valorizando a energia renovável, que tem um conjunto de vantagens importantes como redução da emissão de gases, geração de energia sustentável após um período, empregos gerados, etc.

### **3.2 ESCOLHAS DAS MATÉRIAS-PRIMAS QUE ORIGINAM OS COMBUSTÍVEIS: EUCALIPTO, PINUS E BAMBU.**

Segundo Junior, A (2015) também podemos utilizar as espécies de bambu na compactação da serragem, por meio mecânico, pressão e temperatura, assim resultado um aumento nas propriedades energéticas, assim 1m<sup>3</sup> de briquete possui cinco vezes mais energia comparado a 1m<sup>3</sup> de resíduos in natura, tendo como resultando em regularidade térmica, um maior poder calorífico e gera menos cinzas assim, tendo os custos energéticos reduzidos.

Para Juvenal e Mattos (2002) no decorrer dos anos houve uma pressão muito grande em torno dos quesitos de meio ambiente, causando grandes impactos em nosso país, pois as grandes empresas exigiam selos de qualidade visando saber à procedência da madeira, isso acabou prejudicando produtores de escalas menores que não conseguiram obter a certificação.

Segundo Fernandes et al., (2013) no estudo verifica se que o Pinus sp sendo matéria-prima do briquete mostrou uma qualidade superior aos demais, todavia isso encareceu o produto, mesmo assim por sua eficiência o briquete de Pinus sp tem um grande espaço no mercado, os briquete chamados de segunda linha que são fabricados com resíduos agrícolas estão sendo utilizados em regiões aonde esse tipo de matéria-prima não é encontrada ou seu custo de transporte se torna inviável.

As florestas tanto de eucalipto quando de pinus são extremantes viáveis, pois seu crescimento significativamente rápido e os custos em gastos de plantio estão sendo reduzidos, tornando-se uma pratica viável. (JUVENAL E MATTOS, 2002).

Segundo Junior, A (2015) as espécies madeiras, como as do gênero Eucalyptus e Pinus, tenha uma utilização mais comum no quesito da geração de energia na região do estudo, que no caso é na região sul do país, assim as mesma contém um teor alto de umidade no material recém-colhido, comparado ao bambu.

Como podemos ver o autor afirma que a umidade é algo pertinente quando usamos materiais que contem lignocelulose alterando o seu desempenho em decorrer disto. (SOUZA et al., 2011).

Para Brito (2007) O uso energético da madeira da madeira está presente no mercado energético, porém podemos perceber que há vários fatores que influenciam a mesma desde a região aonde se encontra, fatores como a política e meio ambiente e seus concorrentes como o petróleo, as hidroelétricas entre outros.

Segundo Oliveira (2016) os resultados esperados da madeira podem ser tanto como para a produção de fibra ou também da biomassa, o pinus encontra-se em áreas com baixa declividade aonde podemos ter maior eficiência e menos custos na questão de operações de plantio também em solos de qualidade maior, assim o retorno monetário pode ser maximizado.

### **3.3 MATÉRIA-PRIMA ESCOLHIDA “EUCALIPTO”**

O Brasil destaca-se nas floretas de eucaliptos em questão de grande escala, isso se dá ao aperfeiçoamento das técnicas de plantio. (VIDAL e HORA, 2011).

Segundo Simioni et al., (2018) para o plantio das florestas de eucalipto podemos analisar que são feitas por produtores que o fazem para fins de vendas, e há empresas que plantam para poder utilizar a madeira, sendo que um dos problemas encontrados é que na maioria das vezes as melhores terras são destinadas a outros tipos de plantio deixando a plantação com uma dificuldade desde seu plantio até a colheita.

Referente ao plantio das florestas comerciais, a mesma tem um futuro próspero sendo vista como rentáveis como, por exemplo, o pinus e o eucalipto resultam em uma renda extra para o produtor assim seguindo-se de um balanço positivo na questão da emissão de carbono. (OLIVEIRA, 2016).

O Brasil se mostrou um país com grande potencia energético nas questões de florestas sustentáveis, pois as mesmas tem uma produtividade significativa assim essa

área conta com novas tecnologias de aperfeiçoamento inclusive nas florestas de eucaliptos. (VIDAL e HORA, 2011).

Figura 1 - Eucalipto



Fonte: (Pinto, 2017)

Segundo Mota (2013) quando se referimos ao corte da floresta de eucalipto, o mesmo em média é realizado quando o eucalipto atinge seis anos de idade, Assim os usos das florestas naturais tendem a diminuir contribuindo assim com o meio ambiente.

Estando na categoria das folhosas, o eucalipto se tornou a principal matéria-prima no processo da produção da celulose fibra curta, no ano de 2001 ele ocupava cerca de três milhões de hectares, a indústria que utiliza do mesmo investiu fortemente em ferramentas para o plantio. (JUVENAL E MATTOS, 2002).

Segundo Oliveira (2016) com o objetivo de diminuir o desmatamento sobre as florestas naturais houve o plantio das florestas energéticas. Assim o uso das florestas naturais tende a diminuir contribuindo assim com o meio ambiente.

Podemos verificar que nos dias de hoje a tecnologia já está desde antes do plantio em si, como nas mudar de eucalipto aonde o processo já pode ser analisado desde as sementes até mesmo no uso de clonagem. (SIMIONI et al., 2018).

Segundo Oliveira (2016) na questão de energia a madeira de gênero eucaliptos tem grande importância no setor industrial, comercial e residencial. Ao uso final da madeira

podemos considerar alguns princípios, aonde a mesma deve possuir certas qualidades que atenda algumas características, isso tudo analisado ao produto final.

O eucalipto se mostrou uma fonte rentável também na questão da lenha segundo o estudo, tendo que suas florestas renováveis mostram-se uma ótima opção para o país que esta lidando com o uso inadequado das florestas nativas e como resultado desse uso vem o esgotamento da mesma. (SIMIONI et al., 2018).

### **3.4 BRIQUETE**

Segundo Oliveira (2016) o briquete é uma lenha (reciclada) muito utilizada pelas indústrias nas caldeiras obtida por meio de um resultado do processo de secagem e prensagem, ou também ela pode ser obtida do pó dos mais diversos tipos de madeiras e de resíduos florestais.

Segundo Rendeiro et al., (2008) o processo chamado de briquetagem consiste em uma prensagem de pedaços de materiais sólidos para definir o tamanho dos chamados blocos, o poder calorífico é intensificado neste tipo de processo, pois inclui de uma maneira inteligente a energia da biomassa utilizada levando em contas inúmeras vantagens como a padronização dos tamanhos do produto e de sua embalagem.

Referente à fabricação dos briquetes pode ser utilizado uma enorme variedades de resíduos da biomassa, com essas características esses resíduos podemos verificar influências nas características físico químicas do produto final, um bom exemplo é a coloração. ABREU (Org), OLIVEIRA (Org), GUERRA (Org) (2010a).

Comparados a muitos outros tipos de combustível o briquete conquistou seu espaço e se tornou rentável por vários motivos sendo alguns deles:

- Custo/benefício do produto em si;
- O mesmo tem um desempenho para geração de energia excelente;
- Facilitação na hora de transporte e do armazenamento;
- Energia Limpa e renovável;
- Ele está pronto para ser utilizado não precisando de nenhum procedimento antes da sua utilização. (FERNADES et al., 2013).

Figura 2- Briquete



Fonte: (Oliveira, 2016).

Sendo analisado anos atrás o briquete não era um combustível com muita utilização pelas empresas devido o fato de existir outros combustíveis com maior disponibilidade, e não era muito visado a questão no meio ambiente, porém nos dias de hoje o briquete se tornou um dos combustíveis mais utilizados. (FERNANDES et al., 2013).

Como no estudo em questão além do briquete ser um produto muito utilizado nas indústrias como fonte de alimentação, por exemplo, para caldeiras o mesmo também tem uma gama de uso mais ampla, sendo também utilizados por hotéis no aquecimento, em clubes, lareiras e em outras áreas distintas. (FERNANDES et al., 2013).

Visto a briquetagem da biomassa, a mesma é praticada há muitos anos, e é uma das várias técnicas nos termos gerais classificadas como a tecnologia da compactação. O processo de briquetagem consiste na pressão aplicada a uma massa de partículas dispersas sendo que o objetivo é torna-los um sólido geométrico compacto de densidade alta. O agente aglutinante pode ser usado ou não para a realização da operação. (OLIVEIRA, 2016).

### 3.5 CARVÃO VEGETAL

Podemos ver que o carvão vegetal é obtido pela queima da madeira aonde teremos uma temperatura superior, o Brasil é o maior país que consome e produz carvão vegetal. ABREU (Org), OLIVEIRA (Org), GUERRA (Org) (2010a).

Figura 3 - Carvão Vegetal



Fonte: (Jesus, 2019)

Segundo Mota (2013) o carvão vegetal é umas das fontes de energia mais utilizadas no Brasil, sendo assim podemos verificar fatores que influenciam a utilização no mesmo que são temperatura, disponibilidade de áreas agrícolas e o clima.

Segundo Garcia, (2013) para verificar realmente a massa específica do carvão depende-se da madeira a ser utilizada, da idade da mesma e também da temperatura do processo de carvoejamento.

Ainda segundo Mota (2013) Faz-se necessário o conhecimento da demanda do carvão vegetal em nosso País, para assim poder desenvolver as estratégias e planos para incentivar os plantios das florestas.

Segundo ABREU (Org), OLIVEIRA (Org), GUERRA (Org) (2010a) podemos verificar que a produção do carvão vegetal que provem das florestas plantadas tem como consequência a diminuição do desmatamento e assim se tem uma proteção com a biodiversidade local, ajuda na diminuição do efeito estufa, e referente à legislação se tem impostos aos produtores da fonte de energia do desenvolvimento sustentável.

Sobre o carvão vegetal um ponto importante na questão do processo do mesmo que pode verificar e que a distancia entre o carvão a matéria-prima e empresa interessada no mesmo acaba se tornando um fator determinante, isso também acontece na distancia da madeira para distancia aonde se produz o carvão. (MOTA, 2013).

Segundo o autor a demanda do carvão vegetal está aumento, isso leva infelizmente ao uso de matas nativas, pois as florestas energéticas não estão conseguindo suprir essa demanda. (DUBOC, 2007).

Verificamos uma importância para o estudo das variedades das espécies de eucalipto para produção de carvão, pois segundo o autor hoje as madeiras ainda não chegaram a sua qualidade máxima para esse fim. (BRITO, 1983).

### **3.6 LENHA**

Segundo Schürhaus (2007) a lenha é um combustível sólido utilizado em questão de nível industrial e conta com a vantagem de ter suas reservas em constante reposição e dependendo da região se tem um baixo custo.

Mesmo verificando que nos dias de hoje outros combustíveis estão sendo mais utilizados em comparação a lenha podemos verificar que há certos procedimentos que ainda utilização a lenha, por exemplo, o processo das industriais de cal e cimento aonde a lenha se tornou indispensável. (SIMIONI et al., 2018).

Figura 4 - Lenha



Fonte: (Oliveira, 2016).

Para Oliveira (2016) referente à lenha pode ser classificada por pedaços de madeira que passam ser utilizados para a geração de energia como sendo um combustível, no Brasil ele tem cerca de 10% da produção de energia primária e com isso a lenha continua tendo uma enorme importância na questão de matriz energética do nosso Brasil.

As empresas que compram as lenhas estão visando à qualidade da mesma fazendo contratos com outras empresas, em busca de uma garantia do produto em questão de qualidade e procedência resultando em um uso maximizando da lenha para produzir energia. (SIMIONI et al., 2018).

Segundo Garcia (2013) o combustível sólido lenha ainda tem um papel de grande importância quando verificamos o balanço energético do Brasil, essa análise vale tanto em termos da lenha sendo um combustível doméstico ou também como a própria matéria-prima para a fabricação do carvão vegetal e também como combustível industrial aonde pode citar desde fábricas de cimento até no uso em caldeiras.

Podemos verificar que a lenha tem um conceito diferente em análise com outros países, pois tanto sua utilização como combustível e seu preço variam de região para região, tornando sua utilização diferenciada a cada mercado específico do país. (VIDAL e HORA, 2011).

Segundo Garcia (2013) a produção da lenha é variável a inúmeros fatores como o terreno, o clima, as espécies de árvores e também o manejo da floresta pode ser influenciadores.

Para Oliveira (2016) referentes à escolha da lenha tem sido analisado se a mesma vem de um destino seguro de reflorestamento, pois as mesmas estão sendo adotadas diminuindo o uso das florestas nativas.

Outro ponto observado é que com essas tecnologias surgindo junto com outras opções de combustíveis sólidos as empresas que fazem a compra da lenha se tornaram mais criteriosas na hora de adquirir a mesma. (SIMIONI et al., 2018).

Segundo Moreira; Lima; Goulart (2012) as espécies florestais variam no custo da energia útil obtida a partir da queima da lenha, pois verificamos que a variedade das espécies influencia na sua geração impactando o teor de umidade e da energia, não só de espécies diferente como até um grupo seletivo da mesma espécie ou até o membro pode variar devido à idade.

### 3.8 MERCADO ENERGÉTICO

As florestas energéticas são utilizadas há muito tempo nos países, porém, em muitos casos ela acaba sendo produzida em menor escala, atendendo muitas vezes apenas a um público restrito e não as grandes empresas assim como consequência as tecnologias acabam tornando-se ultrapassadas. (VIDAL e HORA, 2011).

O nosso país tem um grande potencial em questão do mercado energético, porém o mesmo deve se atentar-se as fontes limpas, livres de gases e que sejam renováveis. (FILHO, 2009).

As industriais mais interessadas em um modo geral são as de papel e celulose, o mercado das madeiras de pinos e também do eucalipto se tornou tão atrativo que movimentou o mercado, e decorrente a isso foi visto o surgimento de empresas que se especializaram na distribuição exclusivamente na compra e venda de madeiras, assim distribuindo para as empresas que tende a vir precisar das mesmas. (SIMIONI et al., 2018).

Segundo Oliveira (2016) podemos analisar sobre o mercado energético a importância de três objetivos sendo a sustentabilidade visando à produção sustentável, a segurança de abastecimento aonde vemos que o mercado tem que ser assertivo trazendo mais capacidade para mais incentivo na indústria, e por fim a competitividade que visa o comportamento no mercado, pois quanto mais competitivo, mais benefícios surgem atrelados tanto para as empresas como para as pessoas.

Segundo Genovese; Udaeta; Garvao (2006) o nosso país em questão de geração de energia renovável vem disparado em comparação a outros países sendo que hoje no resto do mundo a energia mais utilizada é a fóssil.

Hoje podemos contar para a geração de energia as fontes renováveis tanto no Brasil como no mundo, não se prendendo aos métodos antigos que poluíam tanto o nosso planeta. (WANDER, 2001).

Novamente segundo Soares et al., (2006) o Brasil segue sendo um país com grande potencial no que diz respeito à floresta energética, porém vale ressaltar que isso deve ser mais bem explorado, pois ainda não se vê um interesse tão grande de desenvolvimento nesta questão.

Para Moreira (2011) as empresas hoje estão realmente optando por produtos vindos de florestas plantadas do que das nativas, fazendo a demanda nesta questão ter uma queda significava na utilização das florestas nativas, sendo um ponto positivo para a silvicultura.

#### **4. MATERIAL E MÉTODO**

Os métodos utilizados para a realização do trabalho foram levantamentos bibliográficos de 24 literaturas entre utilizadas para a obtenção das informações relevantes na construção do tema abordado.

Primeiramente a situação da biomassa no Brasil e no mundo, suas utilizações nos dias atuais seguindo da averiguação das matérias-primas que originam os combustíveis assim analisamos o pinus, eucalipto e o bambu tendo em vista suas vantagens e desvantagens.

Verificamos também o conceito do poder calorífico a importância do mesmo seguindo para as informações específicas dos combustíveis sólidos briquete, carvão vegetal e a lenha e suas respectivas abordagens de utilização e qualidade encontradas nos documentos analisados assim tendo a escolha de analisar o eucalipto como sendo a matéria-prima escolhida para a análise de sua vertentes e por fim a consulta nos acervos digitais e físicos para a análise do mercado energético e suas variâncias no contexto nacional e internacional.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 PODER CALORÍFICO

Para Nascimento, Dutra e Numazawa (2006), o poder calorífico se dá, às calorias que são liberadas na hora da combustão, ele acrescenta que a unidade mais utilizada para representar o poder calorífico é o Kcal/kg ou cal/kg, para poder fazer essa medição do poder calorífico do combustível utiliza-se uma bomba calorimétrica. Para Garcia o mesmo pode ser definido pelo calor liberado após a queima do combustível completa e também relata que para a obtenção do Poder Calorífico Superior é utilizado uma bomba calorimétrica aonde a mesma é imersa e fica em um banho controlado e se e não a queima do combustível.

Ainda para Garcia (2013) depois de obtermos o PCS através da bomba calorimétrica o PCI se dá a uma equação aonde temos que ter do combustível a umidade e teor de hidrogênio através da equação:

$$PCI = PCS - 2440 (9H + u)$$

Onde

PCI = poder calorífico inferior, kJ/kg em base seca.

PCS = poder calorífico superior kJ/kg

H = teor de hidrogênio de combustível, kg/kg em base seca.

u = teor de umidade do combustível, kg de água / kg de combustível seco.

Sendo assim temos o poder calorífico superior do combustível que é através da bomba calorimétrica. O uso da bomba calorimétrica se torna então essencial para a obtenção do poder calorífico superior.

### 5.1.2 PODER CALORÍFICO DAS MATÉRIAS-PRIMAS QUE ORIGINAM OS COMBUSTÍVEIS

#### 5.1.3 GÊNERO EUCALIPTO

Segundo Oliveira (2016) o eucalipto tem vários gêneros que são subespécies do mesmo os resíduos do mesmo tem um poder calorífico de inferior mostrado na tabela:

Tabela 1 - Gênero Eucalipto.

Material	PCI (kcal/kg)
Eucalipto	4024

Fonte: Adaptado de Oliveira (2016).

Para os valores de poder calorífico superior e inferior Nogueira, Bispo e Franco (2014), trazem os seguintes valores:

Tabela 2 - Gênero Eucalipto (2).

Material	PCS (kcal/kg)	PCI (kcal/kg)	Teor de Umidade (%)
Eucalipto	3.774	3460	25

Fonte: Adaptado de Nogueira, Bispo e Franco (2014).

#### 5.1.4 GENÊRO PINUS

Sobre os poderes caloríficos do pinus Souza et al (2011), diz sobre a espécie de pinus taeda aonde o mesmo apresenta o poder calorífico superior de 4550 a 4950 kcal/kg.

Para Souza et al (2011), temos para o pinus taeda os seguintes valores sobre os materiais provenientes desta espécie:

Tabela 3 - Gênero Pinus.

Material	PCS (kcal/kg)	PCI (kcal/kg)	Umidade base seca (%)
Pinus	4902	4578	63,36

Fonte: Adaptado de Souza et al (2011).

### 5.1.5 GÊNERO BAMBU

E para os resultados do poder calorífico do bambu para Junior, A (2015) obtemos as tabela a seguir:

Tabela 4 - Gênero Bambu

Material	PCS (kcal/kg)
Bambu	4571

Fonte: Adaptado de Junior A (2015).

Para Guarnetti (2013), sobre uma relação da espécie *b. vulgaris* que industrialmente segundo ele é a mais utilizada temos o seguinte valor para o PCI:

Poder Calorífico Inferior (PCI) = 3.676 kcal/kg

Tabela 5 - Gênero Bambu (2)

Material	PCI (kcal/kg)
Bambu	3676

Fonte: Adaptado Guarnetti (2013).

Os poderes caloríficos encontrados nas referencias bibliográficas nos mostra a viabilidade energética das matérias-primas que dão origem aos combustíveis que são abordados, tendo posse então desses dados sobre o poder calorífico desses materiais vimos às diferenças dos valores, tendo o pinus o mais elevado poder calorífico através do bambu e eucalipto respectivamente. Sendo visto que cada gênero tem sua subespécie, com características diferentes podendo ser encontrada alterações.

### 5.2 FATORES SOBRE O EUCALIPTO SER MATÉRIA-PRIMA BASE PARA OS COMBUSTÍVEIS ANALISADOS

Oliveira (2016) os dados sobre o eucalipto são de uma área de florestas plantadas que totalizam 81,6% sendo o pinus com uma porcentagem de 17,2 %, seguidas de outros gêneros que contemplam 1,2%, outro dados importantes é que nas questões de resíduos que ficam nas florestas o pinus deixa cerca de 28% sendo que o eucalipto deixa de resíduos 22% apenas.

Como podemos analisar as áreas plantadas destinadas para o plantio de eucaliptos é muito superior em comparação com os outros gêneros, criando uma forte vantagem para o eucalipto em relação aos demais, pois o mesmo é de mais fácil acesso em nosso país.

Segundo Vidal e Hora (2011) no quesito sobre as florestas energéticas o Brasil se destaca em relação aos demais países, as mesmas se destacam para sua produtividade, como passar dos anos tendo um notável crescimento principalmente nas florestas de eucalipto contribuindo para a preservação das florestas nativas.

### **5.3 PODER CALORÍFICO DO BRIQUETE, CARVÃO VEGETAL E LENHA PROVENIENTES DO EUCALIPTO.**

#### **5.3.1 BRIQUETE**

Nesta tabela Oliveira (2016), expõe os valores sobre o briquete de eucalipto.

Tabela 6- Briquete.

Produto	PCS (kcal/kg)	Umidade
Briquete de eucalipto	4800	12 %

Fonte: Adaptada de Oliveira (2016).

Segundo Santos et al (2017), traz os seguintes valores para o poder calorífico inferior:

Tabela 7 - Briquete (2).

Produto	PCI (kcal/kg)
Briquete de eucalipto	4668.5

Fonte: Adaptada de Santos et al (2017).

#### **5.3.2 CARVÃO VEGETAL**

Para Noneset al (2014) temos a tabela a seguir sobre *eucalyptusbenthamii*:

Tabela 8 - Carvão Vegetal.

Produto	PCS (kcal/kg)	Umidade (%)
Carvão vegetal de eucalipto	6802	4

Fonte: Adaptada de Nones et al (2014).

Segundo Júnior et al (2015) temos os valores a seguir para o carvão vegetal:

Tabela 9 - Carvão Vegetal (2).

Produto	PCS (kcal/kg)	PCI (kcal/kg)
Carvão vegetal de eucalipto	6917	4756

Fonte: Adaptada de Júnior et al (2015).

### 5.3.3 LENHA

Simioniet al (2018) aponta que a madeira *Eucalyptussalignasp* é a mais procurada energeticamente falando para a lenha, tendo um poder calorífico é de aproximadamente 4.000 Kcal/Kg.

Nascimento, M (2007) da os seguintes valores:

Tabela 10 - Lenha.

Produtos	PCI (kcal/kg-1)	Umidade (%)
Lenha de eucalipto	2500 A 3500	16 A 30

Fonte: Adaptada de Nascimento, M (2007).

Como vimos o poder calorifico do carvão se encontra maior seguido do briquete e da lenha, tendo os aspectos sobre o poder calorifico especificamente o carvão vegetal mostrou mais eficiente energeticamente falando seguido do briquete e lenha. Sendo um fator analisado através das referencias bibliográficas obtidas entre os acervos utilizados.

O carvão se mostrou um combustível de excelente poder calorifico, o briquete teve um desempenho satisfatório no qual mostrou através dos dados, e a lenha por fim foi o

combustível com o menor poder calorífico dos três, sendo vista uma grande diferença entre os valores.

#### **5.4 ÍNDICES SOBRE OS PARÂMETROS DE ANÁLISE DOS COMBUSTÍVEIS: BRIQUETE, CARVÃO VEGETAL E LENHA.**

Sobre o meio ambiente hoje são extremamente interessantes, pois o combustível não é só mais visto exclusivamente pelo seu poder calorífico, mais por outros fatores como mencionamos que é o meio ambiente onde hoje as empresas estão sendo cobradas por leis e fiscalização que verificam se a mesmas não estão poluindo o meio ambiente.

Isso se reflete em empresas que visam produtos que são rentáveis não só por sua capacidade e eficiência como também pelo seu impacto ao meio ambiente, pois hoje no mercado energético e a competitividade estão acirradas, e para se manter as empresas têm que se reinventar e buscar os melhores métodos para buscar a excelência.

#### **5.5 OUTROS FATORES ANALISADOS PARA O COMBUSTÍVEL BRIQUETE**

Dantas (2012) o briquete é um combustível com inúmeros pontos positivos, ele é renovável, seu manuseio e armazenamento são facilitados devido sua forma, tem uma academia pouca produção de fumaça contribuindo para o meio ambiente, não é tóxico, assim ele também preservação mais árvores sendo feitos de resíduos florestais.

Para ABREU, Yolanda V (Org); OLIVEIRA, Marco A G(Org); GUERRA outras vantagens sobre o briquete é seu tamanho ergométrico que tende a facilitar na hora do transporte e de armazenamento. Segundo Oliveira (2016) o briquete se tornou uma lenha ecológica substituindo com grande eficácia outros combustíveis, o mesmo também uma maior resistência à geração de finos e também pode ser utilizado tanto de resíduos de apenas um matéria-prima ou de vários resíduos diferentes.

Assim o briquete se se destaca, pois na hora do transporte o mesmo leva a ser mais compensatório pelo seu tamanho e decorrente em sua armazenagem também, atende as preocupações ambientais que hoje estão sendo tidas, tem um rendimento calorífico satisfatório.

#### **5.6 OUTROS FATORES ANALISADOS SOBRE O COMBUSTÍVEL LENHA**

Para SCHÜRHAUS (2007), a lenha e um produto utilizado em grande escala a mesma explana as vantagens que se tiver um grande programa de reflorestamento

aplicado, suas reservas sempre estarão em abundância, ela é variável, pois seu armazenamento pode modificar a mesma contribuindo para uma maior umidade, Vidal e Hora (2011) ainda salienta sobre que o uso da lenha ainda é grande em todo mundo.

É um combustível que está presente em nossas vidas há muitos anos e com isso ela acabou perdendo o espaço para outros tipos de combustível que foram aparecendo, ela é a forma bruta do combustível mais muitas vezes para reabastecer suas reservas infelizmente é utilizado o uso de matas nativas o que não, o que anda sendo adotado e que as empresas que tendem a usá-la hoje estão mais rigorosas para os fornecedores da mesma, exigindo selos de procedência aonde se comprova que a mesma vem de florestas energéticas sendo replantadas e não agredindo o meio ambiente, porém seu poder calorífico acaba sendo muito inferior aos outros combustíveis.

#### **5.7 OUTROS FATORES ANALISADOS PARA O COMBUSTÍVEL CARVÃO VEGETAL**

ABREU, Yolanda V (Org); OLIVEIRA, Marco A G(Org); o nosso país é o maior produtor de carvão vegetal, e outra realidade é que para isso a maioria da sua matéria prima provem de florestas plantadas que tendem a não agredir o meio ambiente na questão de matas nativas, mas mesmo assim o uso de madeiras nativas é muito utilizado para suprir essa demanda.

Em contrapartida Dantas (2012), diz que ainda é muito comum o uso de desmatamento no caso do carvão vegetal e o mesmo faz pouco uso de tecnologia causando menor empregos sendo algo negativo.

É um produto originado da queima/carbonização da lenha, o Brasil hoje é um dos países que mais utilizam esse tipo de combustível e diferente do carvão fóssil ele não vem de materiais que não são renováveis. Sendo assim o carvão vegetal já tem um ponto positivo na sua demanda atendendo as especificações de hoje que estão cada vez mais atentas a questão do meio ambiente.

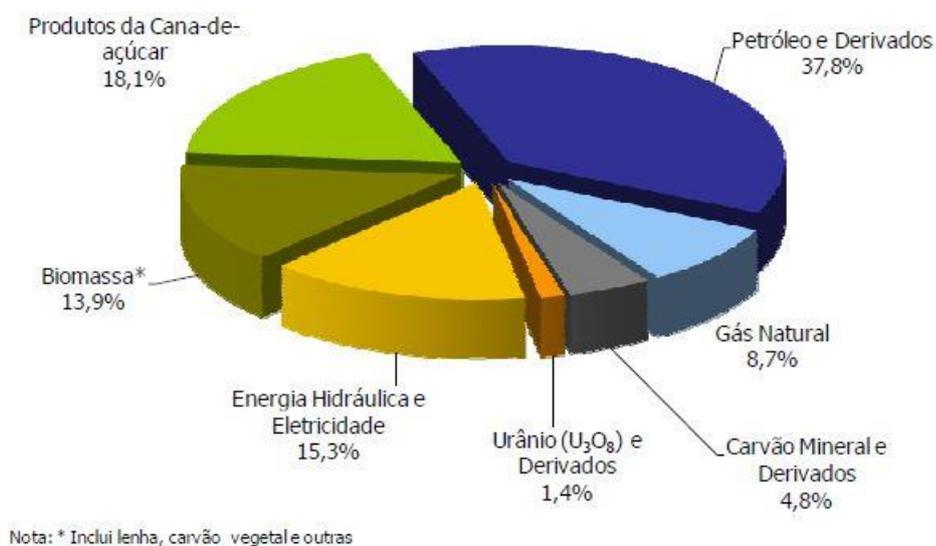
Um problema encontrado na sua demanda é que como hoje ele está sendo muito utilizado ainda há uma grande pressão das matas nativas mesmo tendo as florestas energéticas que são para o fim da diminuição dessa pressão.

## 5.8 MERCADO ENERGÉTICO E MEIO AMBIENTE

Segundo Juvenal e Matos (2002) pode observar que certificado florestal está cada vez mais solicitado, pois os consumidores estão exigindo o fsc, ainda assim o número das florestas com certificação ainda é pequeno, ainda segundo Juvenal até julho de 2002 havia 29,3 milhões de hectares pelo fsc sendo que 1,17 milhão do Brasil.

Para Filho (2009) um ponto positivo para o nosso país é que ele consegue suprir de um modo geral suas necessidades energéticas, sendo essa participação aproximadamente de 90%, tendo claro que são complementadas com outras fontes que não são provenientes apenas do Brasil.

Figura 5 - Matriz Energética



Fonte: (Paulino, 2010)

## 6. CONCLUSÃO

Ao analisarmos então os combustíveis sólidos através das referências bibliográficas temos informações então de vários fatores de relevância como o poder calorífico, a questão da disponibilidade, matérias-primas que origina o combustível e o meio ambiente que detém uma grande influência sobre a escolha do combustível.

O eucalipto se mostrou rentável, pois é de fácil plantio e acesso e tem um desempenho calorífico satisfatório, o mesmo tem um tempo de corte rápido e uma grande área de plantio que facilita na disponibilidade.

O Poder Calorífico analisado aponta o carvão vegetal com maior poder calorífico seguido do combustível briquete e respectivamente da lenha, o mesmo é muito importante, pois direciona para o resultado do estudo da referência.

No referencial teórico também obtivemos informações sobre o quanto o meio ambiente está associado ao combustível se tornando um grande influenciador para as empresas, que tendem a seguir as normas de preservar o meio ambiente trazendo uma responsabilidade e uma cautela na hora de adquirir, não só o combustível em si como saber de sua procedência.

Hoje as florestas energéticas estão em ritmo de crescimento ajudando a suprir a necessidade e aliviando a pressão nas florestas nativas que ainda não utilizadas como matéria prima para vários combustíveis.

Assim então depois de analisarmos os resultados da revisão temos o briquete sendo o combustível dos três com mais destaque, pois o seu poder calorífico tem um rendimento satisfatório, o produto analisado provem dos resíduos do eucalipto que provem de florestas plantadas e respeitando o meio ambiente se torna uma ótima opção.

Assim o Brasil vem se destacando no mercado energético trazendo um diferencial utilizando na sua maioria produtos renováveis que não agredem o ambiente de forma demasiada.

O mesmo tem muito ainda o que se atualizar sobre o mercado, pois nos dias de hoje sendo que o mesmo está a cada dia mais acirrado, mais o Brasil está no caminho certo e tende a prosperar nesse mercado.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OLIVEIRA, C. M. D. **Biomassa Bioenergia Briquete Woodpellets**. 1ª ed. Paraná: Curitiba, 2016.
2. ABREU, Yolanda V (Org); OLIVEIRA, Marco A G(Org); GUERRA; Sinclair M (Org). **Energia Sociedade e Meio Ambiente**. Espanha: EUMED.NET, 2010a.
3. ABREU, Yolanda V (Org); OLIVEIRA, Marco A G(Org); GUERRA; Sinclair M (Org). **Energia, Economia, Rotas Tecnológicas**. Espanha: EUMED.NET, 2010b.
4. MOTA, F. C. M. *Análise da cadeia produtiva do carvão vegetal oriundo de Eucalyptus sp. No Brasil*. 2013. 169f. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2013.
5. Junior, A. L J. *Avaliação do potencial energético da biomassa de duas espécies de bambu cultivadas em Santa Catarina*. 2015. 128f. Dissertação de Pós-graduação – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages/SC, 2015.
6. SCHÜRHAUS, P. **Produtos e propriedades da madeira. União da Vitória**, 2007. (Apostila).
7. GARCIA, R. **Combustíveis combustão industrial**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.
8. JUVENAL, T. L; MATTOS, R. L. G. **O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 16, p. [3]-29set. 2002. Disponível em: <<http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/3142>>. Acesso em 27 nov. 2018.
9. Kimura, L. M. *Uma contribuição à pirólise de biomassa: Avaliação de alguns resíduos da agroindústria como fonte de energia alternativa*. 2009. 105f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG, 2009.
10. VIDAL, A. C. F; HORA, André Barros da **perspectivas do setor de biomassa de madeira para a geração de energia**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 33, p. 261-314, mar. 2011. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2523>>. Acesso em 28 mar. 2019.
11. RENDEIRO, G. *et al.* **Combustão e gaseificação de biomassa sólida (Soluções de energia para a Amazônia)**. 1. ed.. Brasília: ministério de minas e energia, 2008.
12. FERNANDES, C. R. et al. **Produção de briquete industrial: energia limpa e sustentável**. In: Anais Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Goiânia, GO, Brasil.

2013. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/X-007.pdf>>  
Acesso em: 28 de março de 2019.

13. SIMIONI, Flávio José et al. **Cadeia produtiva de energia de biomassa florestal: o caso da lenha de eucalipto no polo produtivo de Itapeva-SP**. Embrapa Meio Ambiente-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/1980509831602>> Acesso em: 28 de março de 2019.

14. FILHO, A. V. **O Brasil do contexto energético mundial**. Vol. 6. São Paulo: NAIPE/UPS, 2009.

15. SOUZA, Marina Moura de. et al. **Estimativa de poder calorífico e caracterização para uso energético de resíduos da colheita e do processamento de pinus taeda**. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 42, n. 2, p. 325 - 334, abr./jun. 2011.

16. MOREIRA, J. M. M. A. P.; LIMA, E. A. de; GOULART, I. C. G. dos R. **Impacto do teor de umidade e da espécie florestal no custo da energia útil obtida a partir da queima da lenha**. Colombo: Embrapa Florestas, 2012. 5 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 293).

17. DUBOC, E.; COSTA, C. J.; VELOSO, R. F.; OLIVEIRA, L. S.; PALUDO, A. **Panorama atual da produção de carvão vegetal no Brasil e no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 37 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 197).

18. BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G.; SEIXAS, F. **Análise da produção energética e de carvão vegetal de espécies de eucalipto**. IPEF, Piracicaba, n. 23, p. 53-56, 1983.

19. S. M Nascimento, R. I. J. P. Dutra, S. Numazawa. **Resíduos de Indústria Madeireira: Caracterização, conseqüências sobre o meio ambiente e as opções de uso** Holos Environ, 6 ( 1 ) ( 2006 ) , pp. 8 - 21

20. GENOVESE, A. L.; MORALES UDAETA, M. E.; RIBEIRO GALVAO, L. C. **Aspectos energéticos da biomassa como recurso no Brasil e no mundo**. 2006. Em: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas.

21. Wander, P. R. **Utilização de resíduos de madeira e lenha como alternativas de energias renováveis para o desenvolvimento sustentável da região nordeste do estado do rio grande do sul**. 2001. 119f. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica - Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS/ 2001.

22. Brito, J. (2007). **O uso energético da madeira**. Estudos Avançados, 21(59), 185-193. Recuperado de <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10215>

23. SOARES, Thelma Shirlen et al. **Uso da biomassa florestal na geração de energia**. Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, v. 8, p. 1-9, 2006.

24. MOREIRA, J. M. M. A. P. **Potencial e participação das florestas na matriz energética**. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, PR, v. 31, n. 68, p. 363-372, out./dez. 2011.

25. NOGUEIRA, Elis Watanabe; BISPO, Carlos José Capela; FRANCO, Daniel Sarti. **Potencial de utilização do eucalipto para geração de energia no município de Paragominas/PA**, Brasil. 4º CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, Bento Gonçalves – RS, 23 a 25 de Abril de 2014, 7p

26. GUARNETTI, Rodrigo Luiz. **Cogeração de eletricidade utilizando bambu no Brasil: aspectos técnicos econômicos e ambientais**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-13062014-133458/en.php>> Acesso em: 20 de junho de 2019.

27. Cynthia Patricia de Sousa Santos; Rosimeire Cavalcante dos Santos; Angélica de Cássia Oliveira Carneiro; Renato Vinícius Oliveira Castro et al. **QUALIDADE DE BRIQUETES PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.) e EUCALIPTO**. In: ANAIS CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA, 2017, . Anais eletrônicos... Campinas, GALOÁ, 2018. Disponível em: <<https://proceedings.science/cbctem/papers/qualidade-de-briquetes-produzidos-com-residuos-de-pinhao-manso-%28jatropha-curcas-l.%29-e-eucalipto>> Acesso em: 24 jun. 2019.

28. Nones, D. L., Brand, M. A., da Cunha, A. B., de Carvalho, A. F., & Weise, S. M. K. (2014). **Determinação das propriedades energéticas da madeira e do carvão vegetal produzido a partir de *Eucalyptus benthamii***. *Floresta*, 45(1), 57-64.

29. DIAS JR, A. F. et al. **Potencial energético de sete materiais genéticos de *Eucalyptus* cultivados no Estado do Rio de Janeiro**. Scientia Forestalis, v. 4, n. 108, p. 833-843, 2015.

30. NASCIMENTO, M. D. D. (2007). **Otimização do uso de lenha e cavaco de madeira para produção de energia em agroindústria** Seropédica.

31. Dantas, A. P., SANTOS, R. D., & SOUZA, S. D. (2012). **O briquete como combustível alternativo para a produção de energia**. In *III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia/GO* (Vol. 19).

32. Pinto, S. P. (20 de junho de 2017). Reforma da Floresta. Travão ao eucalipto “ainda” sem efeitos práticos. Acesso em 21 de maio de 2019, disponível em Sapo: <<https://sol.sapo.pt/artigo/568668/reforma-da-floresta-travao-ao-eucalipto-ainda-sem-efeitos-praticos->>.

33. Jesus, M. S. (2 de maio de 2019). Atuais desafios da produção de carvão vegetal no Brasil. Acesso em 25 de maio de 2019, disponível em mata nativa: <<http://www.matanativa.com.br/blog/desafios-producao-carvao-vegetal-no-brasil/>>.

34. Paulino, M. (8 de outubro de 2010). Oferta de energia renovável no país cresce em 2009. Acesso em 27 de 05 de 2019, disponível em blog spot: <<http://engenha.blogspot.com/2010/10/oferta-de-energia-renovavel-no-pais.html>>.