



GUILHERME ANDREAZZA BOLZAN

**ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE BRIQUETES E
SUA IMPORTÂNCIA COM RELAÇÃO À PRESERVAÇÃO AMBIENTAL**

SÃO GABRIEL - RS

2015

GUILHERME ANDREAZZA BOLZAN

**ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE BRIQUETES E
SUA IMPORTÂNCIA COM RELAÇÃO À PRESERVAÇÃO AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à comissão examinadora do Curso de Gestão Ambiental, Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, *Campus* São Gabriel, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Gestão Ambiental.

Orientadora: Msc. Suzy Elizabeth Canes

SÃO GABRIEL – RS

2015

GUILHERME ANDREAZZA BOLZAN

**ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE BRIQUETES E
SUA IMPORTÂNCIA COM RELAÇÃO À PRESERVAÇÃO AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à comissão
examinadora do Curso de Gestão
Ambiental, Universidade Federal
do Pampa – UNIPAMPA,
Campus São Gabriel, como parte
dos requisitos necessários à
obtenção do grau de Bacharel em
Gestão Ambiental.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: __/__/__

Banca Examinadora:

Prof. Msc. Suzy Elizabeth Canes
Orientadora
UNIPAMPA

Prof. Msc. Beatriz Stoll Moraes
UNIPAMPA

Prof. Dr^a. Luciana Borba Benetti
UNIPAMPA

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que sempre me deram forças e incentivos para que a minha jornada acadêmica fosse da forma mais confortável possível, apoiando-me e ajudando-me nas horas mais difíceis.

À professora Msc. Suzy Elizabeth Canes, pela sua dedicação em ajudar-me a elaborar este trabalho, sempre me auxiliando quando precisei e resolvendo minhas dúvidas.

A todos os meus amigos, que me ajudaram ao longo desses anos, entendendo a minha ausência por vezes e sempre me dando forças para que eu continuasse e não desistisse do meu objetivo.

A todos os meus colegas o qual tive o prazer de conviver ao longo desses anos.

A todos os professores e colaboradores dessa instituição, que de alguma forma contribuíram para a conclusão dessa jornada.

RESUMO

Devido à preocupação atual sobre as mudanças climáticas e o aumento das emissões dos gases que geram o efeito estufa, há uma busca importante sobre fontes de energia consideradas limpas. No Brasil, devido a boas condições climáticas para explorar esse tipo de energia, considerada não convencional, há uma potencialidade que pode ser melhor explorada, como por exemplo, energia solar, eólica, hidráulica e biomassa. Nesse contexto atual, surge como uma boa alternativa, o uso da biomassa. O objetivo desse trabalho é estimar os ganhos ambientais na produção de briquetes em uma fábrica localizada na região metropolitana de Porto Alegre- RS. A metodologia utilizada está relacionada com o acompanhamento do dia a dia da empresa e o levantamento de dados por parte da mesma. Com uma ótica holística ao analisar os resultados, pôde-se chegar à conclusão de que os briquetes são uma boa alternativa para auxiliar na reversão desse quadro atual. A análise dos processos, os dados de produção obtidos na empresa e alguns conceitos sobre o tema, permitiram chegar à conclusão que há um ganho real para o meio ambiente na confecção de briquetes.

Palavras-chave: Energia; Briquetes; Ganhos Ambientais.

ABSTRACT

Due to the current concern about climate change and the increase in emissions of gases that produce the greenhouse effect, there is an important search on considered clean energy sources. In Brazil, due to good weather conditions to exploit this type of energy, considered unconventional, there is a potential that can be better exploited , such as solar, wind, hydro and biomass. In this current context, appears as a good alternative , the use of biomass . The aim of this study is to estimate the environmental gains in the production of briquettes in a factory located in the metropolitan region of Porto Alegre- RS. The methodology used is related to the day to day monitoring of the company and the data collection by the same. With a holistic perspective when analyzing the results, we could conclude that the briquettes are a good alternative to assist in reversing this landscape. The analysis of processes, production data obtained in corporate business to and some concepts on the subject, allowed to conclude that there is a real gain for the environment in the production of briquettes.

Keywords: Energy; briquettes; Environmental gains.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Oferta interna de energia	11
Figura 2 – Plataforma petrolífera	12
Figura 3 – Produção de gás natural	14
Figura 4 – Reserva de carvão	15
Figura 5 – Mineração de carvão a céu aberto	15
Figura 6 – Parque eólico de Cerro Chato, Santana do Livramento - RS.....	18
Figura 7 – Placas Solares	20
Figura 8 – Hidrelétrica de Taipú	21
Figura 9 – Diversos tipos de matéria-prima.....	23
Figura 10 – Matérias-primas utilizadas na produção de briquetes	24
Figura 11 – Armazenamento no galpão da empresa	28
Figura 12 – Peneira para uniformização da matéria-prima	29
Figura 13 – Fornalha e secador da matéria-prima.....	29
Figura 14 – Secador	30
Figura 15 – Moega de armazenagem da matéria-prima seca.....	30
Figura 16 – Máquina briquetadeira em produção	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo Lenha x Briquete	32
Tabela 2 – Consumo: Lenha x Briquete	34
Tabela 3 – Processo Evolutivo de Produção.....	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 OBJETIVO GERAL	10
2.1 Objetivos específicos.....	10
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1 Matrizes energéticas.....	11
3.2 Energias não renováveis.....	12
3.2.1 Petróleo.....	12
3.2.2 Gás natural.....	13
3.2.3 Carvão mineral	14
3.3 Energias renováveis.....	16
3.3.1 Energia eólica.....	16
3.3.2 Energia solar	18
3.3.3 Energia hidráulica	20
3.3.4 Biomassa	21
3.3.4.1 Briquete	23
3.3.4.2 Normas e especificações	25
4 METODOLOGIA.....	27
4.1 Processo produtivo	28
4.2 Vantagens competitivas.....	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

O aumento da preocupação com as mudanças climáticas vem mostrando que há, cada vez mais, necessidade de buscar novas fontes de energia. Hoje, é evidente que a principal matriz energética mundial é derivada de fontes consideráveis não renováveis, como o petróleo, o carvão mineral e o gás natural. Porém, a utilização desse tipo de energia vem causando vários danos ambientais, dentre os mais graves, o aumento da concentração de gases geradores do efeito estufa. Nesse contexto, o Brasil possui uma grande capacidade para mudar essa atual realidade, pois é um país com alto potencial de geração de energias consideradas limpas, como energia eólica, energia solar, biomassa, dentre outras.

De acordo com Reis et al. (2005), as fontes primárias utilizadas para a produção de energia podem ser classificadas em não renováveis e renováveis. São consideradas fontes não renováveis aquelas passíveis de se esgotar, como por exemplo, os derivados de petróleo, os combustíveis radioativos (urânio, tório, plutônio etc.), a energia geotérmica e o gás natural.

As fontes renováveis são aquelas cuja reposição pela natureza é bem mais rápida do que sua utilização energética, que é o caso das águas dos rios, marés, sol, ventos, ou aquelas cujo manejo pelo homem pode ser efetuado de forma compatível com as necessidades de sua utilização energética (exemplo a biomassa: cana de açúcar, florestas, resíduos industriais entre outros) (REIS et al., 2005).

Para Dias et al. (2012), por ser um país com alta produção agrícola e florestal, o uso da biomassa, considerada fonte de energia equilibrada com relação ao balanço de CO₂, é uma alternativa bastante viável no Brasil, pois pode atender a uma boa parte do mercado e mitigar os impactos ambientais. Apesar disso, o Brasil não administra bem esse recurso, não consegue estimar todo esse potencial e, também não existe nenhuma estatística coesa a respeito desse tema. Além disso, o pouco conhecimento das pessoas sobre as fontes alternativas de energia, também se tornam um obstáculo a ser superado para que haja um desenvolvimento no setor.

Souza Jr (2012) comenta que, para poder explorar em plenitude as oportunidades de negócio para o Brasil advindas da produção, comercialização e uso de briquetes, é necessário suprir o público interessado com informações atualizadas a respeito da disponibilidade de matéria prima, e também dos aspectos técnicos da briquetagem.

O conhecimento da quantidade, da qualidade e das possibilidades de uso deste material pode gerar uma alternativa que viabilize o seu manuseio, pois além do desperdício de recursos naturais e do impacto ao meio ambiente, estes usos tradicionais não levam em conta

o potencial econômico destes materiais. O termo resíduo de madeira por muitas vezes é associado à palavra problema, pois geralmente sua forma de disposição ou má utilização gera custos altos (FEITOSA, 2007) apud Moraes e Costa (2011).

Considerando o potencial brasileiro para a geração de energia utilizando biomassa e o desconhecimento por parte da maioria da população em relação ao briquete, este trabalho visa acompanhar a produção e demonstrar as vantagens ambientais que se tem com a utilização desse produto ao invés da lenha tradicional.

2 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho visa avaliar os ganhos ambientais ao utilizar resíduos da madeira na produção de briquetes.

2.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

1. Analisar o processo da fabricação de briquetes na empresa estudada.
2. Destacar os ganhos ambientais no processo de fabricação de briquetes.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Matrizes energéticas

Reis (2011) comenta que, de uma forma geral, pode-se entender por cadeia energética o conjunto de atividades associado à produção e ao transporte de energia vinculada a certo recurso natural até os diversos pontos onde se dá o consumo final.

Também afirma que a energia primária são os produtos energéticos providos pela natureza e passíveis de utilização imediata, como petróleo, gás natural, carvão mineral, resíduos vegetais e animais energia eólica, solar, etc. Já a energia secundária são os produtos energéticos resultantes dos diferentes centros de transformação dos recursos primários e que têm como destino os diversos setores de consumo e, eventualmente, outro centro de transformação. São consideradas fontes de energia secundária: óleo diesel, óleo combustível, gasolina (automotiva e de aviação), eletricidade, dentre outras.

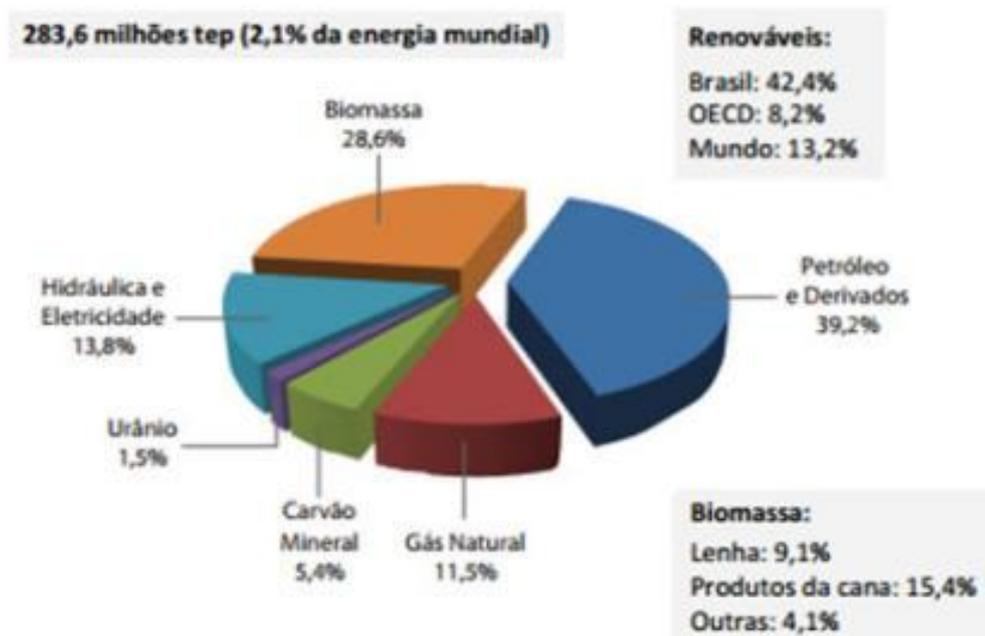


Figura 1 – Oferta Interna de Energia

Fonte: BEN – Balanço energético Nacional (2013).

Conforme a Figura 1, as principais matrizes energéticas utilizadas no Brasil são àquelas consideradas fontes de energia não renováveis a curto prazo.

3.2 Energias não renováveis

As fontes de energia não renováveis são aquelas que se encontram na natureza em quantidades limitadas e se extinguem com a sua utilização. Uma vez esgotadas, as reservas não podem ser regeneradas. Todas as fontes de energia dessa categoria têm reservas finitas, uma vez que é necessário muito tempo para repô-las, e a sua distribuição geográfica não é homogênea (ROCHA E COSTA, 2014).

3.2.1 Petróleo

O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos (moléculas de carbono e hidrogênio) que tem origem na decomposição de matéria orgânica, principalmente o plâncton (plantas e animais microscópicos em suspensão nas águas), causada pela ação de bactérias em meios com baixo teor de oxigênio. Ao longo de milhões de anos, essa decomposição foi se acumulando no fundo dos oceanos, mares e lagos e, pressionada pelos movimentos da crosta terrestre, transformou-se na substância oleosa denominada petróleo. Essa substância é encontrada em bacias sedimentares específicas, formadas por camadas ou lençóis porosos de areia, arenitos ou calcários (ANEEL, 2002).

A teoria mais difundida sobre a formação do petróleo é a da matéria orgânica depositada em bacias sedimentares que, com a ação do tempo, do calor e das pressões das rochas, deu origem ao petróleo e ao gás natural. Para a sua formação, são necessárias: a matéria orgânica acumulada e a existência de uma rocha de formação, de rochas acumuladoras e de outra, chamada de “armadilha” ou “trapa”, que impede o escoamento dos hidrocarbonetos do reservatório (REIS, 2011).



Figura 2 – Plataforma Petrolífera
(Fonte: InfoEscola, 2014)

3.2.2 Gás natural

Gás natural é o nome genérico que se dá a uma mistura de hidrocarbonetos e impurezas (gases diluentes e contaminantes), que ocorre na natureza em acumulações denominadas reservatórios (REIS, 2011).

De origem semelhante à do carvão e ao óleo, o GN é resultado de um lento processo (milhões de anos) de decomposição de vegetais e animais, em ambiente com pouco oxigênio e em condições elevadas de temperatura.

As reservas de GN, assim como as dos demais combustíveis fósseis, ocorrem necessariamente em bacias sedimentares. Entretanto, para que haja acumulação de óleo e GN nas bacias sedimentares, é indispensável a presença de determinados fatores geológicos e a sua ocorrência no tempo e na localização adequados. Para tanto, é necessária a existência de rochas geradoras, rochas reservatório, armadilha (trapas), rochas de cobertura (selantes) e de condições geológicas que permitem a migração dos hidrocarbonetos das rochas geradoras para as rochas – reservatório encerradas nas trapas (REIS, 2011).

O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos leves que, à temperatura ambiente e pressão atmosférica, permanece no estado gasoso. Trata-se de um gás inodoro e incolor, mais leve que o ar. O gás natural é uma fonte de energia limpa que pode ser usada nas indústrias, substituindo outros combustíveis mais poluentes como óleos combustíveis, lenha e carvão (MMA, 2014).

O gás natural pode ser classificado em duas categorias: associado (GA) e não-associado (GNA). O gás associado é aquele que, no reservatório, encontra-se dissolvido no petróleo ou sob a forma de uma capa de gás. Neste caso, normalmente privilegia-se a produção inicial do óleo, utilizando-se o gás para manter a pressão do reservatório.

O gás não-associado é aquele que está livre do óleo e da água no reservatório; sua concentração é predominante na camada rochosa, permitindo a produção basicamente de gás natural. O gás natural produzido no Brasil é predominantemente de origem associada ao petróleo (73%) e se destina a outros mercados de consumo que não somente a geração de energia termelétrica. Além disso, uma vez produzido, o gás natural se distribui entre diversos setores de consumo, com fins energéticos e não energéticos: utilizado como matéria-prima nas indústrias petroquímica (plásticos, tintas, fibras sintéticas e borracha) e de fertilizantes (uréia, amônia e seus derivados), comércio, serviços, domicílios etc., nos mais variados usos (MMA, 2014).



Figura 3 – Produção de Gás Natural
Fonte: ABRAPCH, 2014

3.2.3 Carvão mineral

O carvão mineral é um combustível fóssil formado do mesmo modo que o petróleo há milhões de anos, com a decomposição da matéria orgânica de vegetais depositada em bacias sedimentares. O material orgânico soterrado, submetido a elevadas pressões e temperaturas, e em contato com o ar, é transformado em um produto sólido, de cor escura, cuja propriedade físico-química depende da formação geológica. Quanto maior a pressão e a temperatura a que for submetida a matéria orgânica e quanto mais tempo durar o processo, maior será a quantidade de carbono presente no material e menor a de constituintes voláteis e de oxigênio (REIS, 2011).

O carvão é uma complexa e variada mistura de componentes orgânicos sólidos, fossilizados ao longo de milhões de anos, como ocorre com todos os combustíveis fósseis. Sua qualidade, determinada pelo conteúdo de carbono, varia de acordo com o tipo e o estágio dos componentes orgânicos. A turfa, de baixo conteúdo carbonífero, constitui um dos primeiros estágios do carvão, com teor de carbono na ordem de 45%; o linhito apresenta um índice que varia de 60% a 75%; o carvão betuminoso (hulha), mais utilizado como combustível, contém cerca de 75% a 85% de carbono, e o mais puro dos carvões, o antracito, apresenta um conteúdo carbonífero superior a 90% (ANEEL, 2002).

As maiores jazidas de carvão mineral do País situam-se nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, as menores no Paraná e São Paulo. As reservas brasileiras totalizam 32 bilhões de toneladas de carvão "in situ". Deste total, o estado do Rio Grande do Sul possui

89,25%, Santa Catarina 10,41%, Paraná 0,32% e São Paulo 0,02%. Somente a Jazida de Candiota, situada no sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, possui 38% de todo o carvão nacional, distribuído sob a forma de 17 camadas de carvão. A mais importante destas é a camada Candiota, com 4,5 metros de espessura, em média, composta por dois bancos de carvão (CPRM, 2014).



Figura 4 – Reserva de Carvão



Figura 5 - Mineração de carvão a céu aberto; Mina do recreio, Butiá – RS
Fonte: CPRM, 2014).

3.3 Energias renováveis

Atualmente, em maior ou menor intensidade, a maioria dos países, sejam eles desenvolvidos ou não, está promovendo ações para que as energias alternativas renováveis tenha participação significativa em suas matrizes energéticas. A motivação para essa mudança de postura é a necessidade de redução do uso de derivados do petróleo e, conseqüentemente, a dependência energética desses países em relação aos países exportadores de petróleo. Além disso, a redução no consumo dos derivados do petróleo também diminui a emissão de gases promotores do efeito estufa (CORTEZ, BARBOZA et. al, 2011).

Pacheco (2006), diz que as energias renováveis são provenientes de ciclos naturais e, por isso, são praticamente inesgotáveis e não alteram o balanço térmico do planeta e se configuram como um conjunto de fontes de energia que podem ser chamadas de não convencionais, ou seja, aquelas não baseadas em combustíveis fósseis e grandes hidroelétricas.

Reis (2005) classifica as energias renováveis em: Eólica, Solar, Hidráulica, Biomassa, dentre outras.

O Brasil é um país rico em recursos energéticos renováveis. Com exceção da energia geotérmica, cujo potencial é inexpressivo, e da energia hidráulica, que já é bem explorada, fontes como solar, eólica e biomassa, podem ser exploradas em maior escala por meio de políticas de incentivo, no sentido de criar condições para que essas fontes tenham uma participação maior na matriz energética, de modo que o desenvolvimento do país ocorra de forma sustentável (FADIGAS, 2011).

3.3.1 Energia eólica

Denomina-se energia eólica a energia cinética contida nos ventos. Seu aproveitamento ocorre através da utilização de aerogeradores que a transformam em energia de rotação. A energia eólica é vista, hoje, como uma das fontes alternativas de geração de energia com perspectivas de gerar quantidades substanciais, sem os impactos ambientais provocados por grande parte das fontes convencionais. Um aspecto relevante no aproveitamento dos ventos para fins de geração de energia, é que a potência do vento depende da área de captação, sendo proporcional ao cubo de sua velocidade. Pequenas variações da velocidade do vento podem ocasionar grandes alterações na potência. Nota-se, portanto, a importância de se obter dados confiáveis e de boa qualidade. A má qualidade os dados a respeito do vento resulta no

dimensionamento inadequado do sistema eólico, nos erros de estimativa de produção de energia e, conseqüentemente, em prejuízos financeiros ao proprietário do projeto (REIS, 2005).

O aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas, também denominadas aerogeradores, para a geração de eletricidade, ou cataventos (e moinhos), para trabalhos mecânicos como bombeamento d'água (ANEEL,2002)

Segundo Fadigas (2011), energia eólica já é uma realidade, mas para que sua utilização e das demais fontes renováveis encontrem um espaço maior na satisfação dos elevados consumos energético das sociedades industrializadas, é preciso que haja uma conscientização dos técnicos e políticos no sentido de apoiar medidas que promovam o desenvolvimento sustentável. De fato, a problemática associada à utilização de energia fóssil convencional, mesmo a nuclear, quer pelos danos ambientais que a produção desse tipo de energia provoca no ambiente, quer pela possível escassez da matéria – prima, fez com que as sociedades mais desenvolvidas encarassem com atenção a urgente necessidade da utilização de energias renováveis.

A preocupação crescente com o aquecimento global tem levado os governantes mundiais a discutirem formas de diminuir as emissões de dióxido de carbono, bem como outros gases responsáveis pelo aumento do efeito estufa na Terra (FADIGAS, 2011).

No Brasil, pode-se considerar que a primeira ação que verdadeiramente veio impulsionar o uso das novas fontes renováveis de energia foi tomada em 2002 com a aprovação da lei n. 10.438 que criou o Proinfa (Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia), o qual fixou metas para participação dessas fontes no sistema elétrico interligado nacional (FADIGAS, 2011).



Figura 6 – Parque Eólico Cerro Chato – Santana do Livramento – RS
Fonte: CREA-RS, 2014

3.3.2 ENERGIA SOLAR

A radiação solar pode ser convertida em energia útil, usando várias tecnologias. Pode ser absorvida em coletores solares para prover aquecimento de ambiente e de água a temperaturas relativamente baixas. Utilizando concentradores solares feitos de espelhos facetados, é possível obter elevadas temperaturas, sendo estas utilizadas em processos térmicos ou na geração de eletricidade. A radiação solar pode ser também convertida diretamente em eletricidade, usando células fotovoltaicas. O aproveitamento da quantidade de energia emitida pelo sol está limitado à praticidade de convertê-la em uma energia que possa ser utilizada diretamente pelo homem (REIS, 2005).

Pode-se dividir o aproveitamento em três formas principais: sistema solar ativo, sistema solar passivo e sistemas termossolares (REIS, 2005).

I. Sistema Solar Ativo: A captação de energia solar em baixa temperatura pode ser feita com vários tipos de equipamentos, que são definidos em função da aplicação. Um deles é o coletor solar, usualmente montado no telhado de uma edificação para captar a radiação solar. A maioria dos sistemas tem sua estrutura simplificada e o calor é utilizado para aquecer água para o uso interno das edificações ou para a piscina.

II. Sistema Solar Passivo: Consiste na direta absorção da energia por uma edificação, em função do seu projeto arquitetônico, com o intuito de reduzir a energia requerida para aquecer o ambiente interno. Normalmente, esse tipo de sistema utiliza-se do próprio ar para coletar a energia, em geral sem a necessidade de utilizar bombas ou ventiladores, pois o sistema é parte integrante da edificação. Um edifício projetado de forma eficiente, ou seja, fazendo um bom aproveitamento da luz solar e da circulação do ar, diminui a necessidade de consumir energia elétrica na iluminação e no condicionamento do ambiente.

III. Sistemas Termossolares: São equipamentos mais sofisticados que utilizam sistemas de captação complexos que orientam a radiação solar coletada para um ponto concentrador, com a finalidade de produzir temperaturas bastante elevadas, capazes de vaporizar um líquido (água, amônia sódio, etc). O vapor produzido é utilizado para movimentar turbinas a vapor e gerar eletricidade.

A radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica. Pode ainda ser convertida diretamente em energia elétrica, através de efeitos sobre determinados materiais, entre os quais se destacam o termoelétrico e o fotovoltaico. O aproveitamento térmico para aquecimento de ambientes, denominado aquecimento solar passivo, ocorre através da absorção ou penetração da radiação solar nas edificações, reduzindo as necessidades de aquecimento e iluminação. Melhor aproveitamento térmico da radiação solar pode ser feito com o auxílio de técnicas mais sofisticadas de arquitetura e construção (ANEEL, 2002).

O aproveitamento térmico para aquecimento de fluidos é feito através do uso de coletores ou concentradores solares. Os coletores solares são mais usados em aplicações residenciais e comerciais (hotéis, restaurantes, clubes, hospitais etc.), para o aquecimento de água (higiene pessoal e lavagem de utensílios e ambientes) (ANEEL, 2002).



Figura 7 – Placas Solares
(Fonte: GreenPeace, 2014)

3.3.3 Energia hidráulica

A água já era utilizada como recurso energético desde o início do primeiro milênio, difundindo-se com maior intensidade no século XVIII, na Europa, por meio dos sistemas conhecidos como moinhos hidráulicos, utilizados para obter energia mecânica necessária no bombeamento de água, trituração de grãos, entre outras aplicações (REIS, 2011).

Com a descoberta da eletricidade, já no final do século XIX, o recurso hidráulico passou a ser utilizado para gerar eletricidade em um conjunto turbina – gerador. Com a possibilidade de transmitir energia elétrica via fios condutores, passou-se a aproveitar as quedas d’água de bacias hidrográficas distantes dos grandes centros consumidores, conduzindo a energia elétrica pelas linhas de transmissão (REIS, 2011).

O aproveitamento da energia hidráulica contida nos cursos d’água é feito por meio de usinas hidrelétricas. Tais usinas aproveitam a diferença de energia potencial existente entre o nível de água a montante e a jusante para gerar eletricidade. Normalmente, são construídas barragens e reservatórios para fazer esse aproveitamento. A água usada para produzir energia é retirada do reservatório na tomada d’água e conduzida à casa de máquinas por meio de tubulações, os condutos. Ao atingir a casa de máquinas, toda energia potencial é transformada em energia cinética, utilizada para girar uma turbina que converte a energia cinética em mecânica. Por fim, um gerador acoplado ao eixo da turbina transforma a energia mecânica em elétrica (REIS, 2005).

A energia hidráulica é proveniente da irradiação solar e da energia potencial gravitacional, através da evaporação, condensação e precipitação da água sobre a superfície terrestre. Ao contrário das demais fontes renováveis, tecnologias devidamente consolidadas. No Brasil, água e energia têm uma forte e histórica interdependência, de forma que a contribuição da energia hidráulica ao desenvolvimento econômico do país tem sido expressiva. Seja no atendimento das diversas demandas da economia (atividades industriais, agrícolas, comerciais e de serviços) ou da própria sociedade, melhorando o conforto das habitações e a qualidade de vida das pessoas. Também desempenha papel importante na integração e desenvolvimento de regiões distantes dos grandes centros urbanos e industriais (ANEEL, 2002)



Figura 8 – Hidrelétrica de Itaipú

Fonte: (SETEPR, 2014)

3.3.4 Biomassa

O termo biomassa engloba uma série de vegetais presentes na natureza e formados através do processo de fotossíntese, como também os resíduos gerados a partir de sua utilização, tais como: resíduos florestais e agrícolas, matéria orgânica contida nos resíduos industriais, domésticos, comerciais e rurais. As plantas, no seu processo de crescimento, funcionam como uma verdadeira usina. Absorvem a energia solar, água e dióxido de carbono do ar transformando todo esse potencial em energia química, a qual pode ser liberada por

combustão ou outro processo de conversão em diversos derivados energéticos, tal como carvão vegetal, etanol, biodiesel entre outros (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2005).

Segundo Brand (2010), os combustíveis derivados da biomassa são denominados biocombustíveis e podem ser classificados em: Biomassa florestal, Agrícola e Agroindustrial e de Resíduos Urbanos. A Biomassa Florestal não se restringe apenas a madeira, comumente denominada como lenha. A gama de materiais que constituem esse tipo de biomassa é muito grande e incluem folhas, galhos, serrapilheira, raízes, frutos e, ainda, cascas, serragem, cavacos, etc. São considerados biocombustíveis agrícolas os combustíveis sólidos e líquidos produzidos a partir de plantações energéticas como, por exemplo, o álcool de cana – de – açúcar e seus respectivos resíduos, como a palha, folhas, etc. Além desses, resíduos da agroindústria, como casca de arroz, palha de milho, etc.

A biomassa de resíduos urbanos considera a pós-utilização dos produtos derivados das florestas, que também produzem resíduos. Nesta etapa, os mesmos já são considerados resíduos urbanos, que também podem ser utilizados para a geração de energia. Estudos recentes consideram que 13% dos resíduos urbanos produzidos nas grandes cidades, são oriundos de resíduos madeireiros e seus derivados, incluindo o papel (BRAND, 2010).

A biomassa pode ser utilizada diretamente para geração de calor ou de energia elétrica ou transformada em biocombustíveis sólidos tais como briquetes e pletes, líquidos como etanol e biodiesel, ou gasosos, a exemplo do biogás e gás de síntese. Aplicando-se diferentes tecnologias, podem-se transformar estes biocombustíveis em energia nas formas mecânica, térmica ou elétrica, as quais podem ser utilizadas de diversas maneiras para suprir as necessidades das atividades humanas (SAWIN et al., 2012) apud DIAS et al., 2012, p. 16).

Segundo Cortez, (LORA E GÓMEZ, 2008) apud Fröhlich, (2012), as primeiras biomassas no Brasil: resíduos vegetais, resíduos sólidos urbanos, resíduos industriais, resíduos animais e resíduos florestais.

I. Resíduos Vegetais: são produzidos no campo, resultantes das atividades da colheita dos produtos agrícolas. O Brasil é um grande produtor agrícola, e nos últimos anos a área plantada e a produção agrícola tiveram um crescimento importante.

II. Resíduos Sólidos Urbanos: são obtidos dos resíduos domiciliares e dos resíduos comerciais. Segundo empresas de limpeza pública, há um crescimento de em torno de 5% ao ano na quantidade de lixo gerado.

III. Resíduos Industriais: são considerados aqueles provenientes do beneficiamento de produtos agrícolas e florestais. A indústria madeireira – serrarias e mobiliário – produz resíduos a partir do beneficiamento de toras. Os tipos de resíduos produzidos são casca, cavaco, costaneira, pó de serra, maravalha e aparas.

IV. Resíduos Animais: são determinados pela capacidade de produção e excrementos das criações mais importantes. Essa produção de excrementos varia de acordo com as práticas culturais, pois, no caso de criações em confinamento, o custo e a viabilidade de coleta são grandemente melhorados.

V. Resíduos Florestais: são constituídos por todo aquele material que é deixado para trás na coleta da madeira, tanto em florestas e bosques naturais como em reflorestamento, e pela serragem e aparas produzidas no processamento da madeira. Esses resíduos deixados no local da colheita são as folhas, os galhos e o material resultante da destoca.



Figura 9 – Diversos Tipos de Matéria-Prima
Fonte: Brasil Escola, 2014.

3.3.4.1 BRIQUETE

O briquete é um bicomcombustível sólido, também chamado de lenha ecológica, que substitui com grande eficiência derivados do petróleo, a lenha nativa ou plantado, GLP (gás liquefeito de petróleo), o carvão vegetal, a eletricidade ou o gás natural (SEBRAE, 2011) apud Moraes e Costa. Na utilização para queima a forma de partida é a mesma já utilizada

pelo sistema da lenha e não necessita de nenhum equipamento especial para substituí-la, sendo que o briquete possui uma combustão mais rápida e temperatura estável durante a queima se comparado com a lenha (LIPPEL, 2011) apud Moraes et al (2011).

Apesar do briquete ser um combustível relativamente antigo, tendo sido criado pela indústria naval dos Estados Unidos já no século XIX, mais recentemente houve expansão do mercado deste produto, notadamente devido à crescente demanda por fontes de energia alternativas ao petróleo e à lenha. Este fato explica que muitas empresas tenham sido fundadas, mais recentemente, com o objetivo de atender ao aumento dessa demanda. Estima-se que nos últimos anos, a taxa de crescimento da produção no setor tenha se situado em torno de 4% ao ano (SILBERSTEIN, 2011 apud EMBRAPA AGROENERGIA, 2012), uma oferta que poderia ser maior, dada a quantidade de resíduos da biomassa que ainda não possui aplicação comercial (EMBRAPA AGROENERGIA, 2012).

De acordo com uma pesquisa realizada pela Embrapa agroenergia (2012), segundo os fabricantes destacam-se resíduos de origem florestal, como serragem, maravalha, cavacos. Os resíduos da madeira são utilizados por 64% das empresas analisadas. Casca de arroz e finos de carvão também foram citados como matérias primas utilizadas pelas empresas de briquetes.

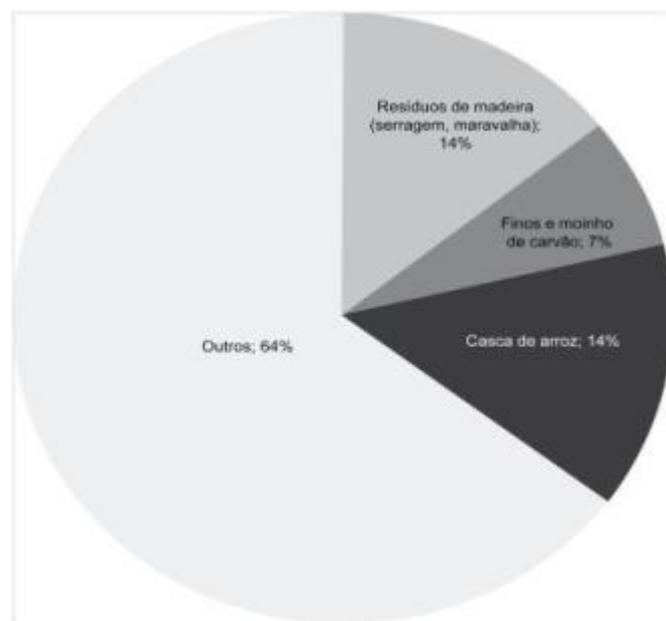


Figura 10 – Matérias-Primas utilizadas na produção de briquetes
Fonte: Embrapa Agroenergia (2012)

Muito frequentemente, as empresas produtoras situam-se próximas às serrarias, madeireiras e/ou culturas agrícolas, facilitando a obtenção de matérias-primas e reduzindo custos de transporte. Em algumas regiões, o transporte da matéria-prima chega a atingir até

20% do custo de produção dos briquetes. Esse fato determina o uso de matéria - prima local pelas empresas, que geralmente se valem de resíduos provenientes das mesmas regiões onde se situam suas unidades produtivas (EMBRAPA AGROENERGIA, 2012).

Para Dias (2012), como o Brasil sendo um dos maiores produtores agrícolas e florestais do mundo, a quantidade de biomassa residual representa um depósito de energia que pode ser melhor aproveitada, especialmente na forma de briquetes. Os briquetes resultam da compactação de resíduos lignocelulósicos, e são utilizados na geração de energia na forma de calor ou eletricidade. Os briquetes tem forma cilíndrica e possuem diâmetro superior a 50 mm, podem ser produzidos a partir de qualquer resíduo vegetal, como, por exemplo, serragem e restos de serraria, casca de arroz, sabugo e palha de milho, palha e bagaço de cana de açúcar, casca de algodão, casca de café, folhas e troncos das podas de árvores nas cidades, dentre outros.

As vantagens da compactação dos resíduos agrícolas e florestais são de cunho operacional, logístico, energético e ambiental. Os briquetes são substitutos diretos da lenha e do carvão mineral e vegetal em muitas aplicações, incluindo o uso residencial, em indústrias e estabelecimentos comerciais como olarias, cerâmicas, padarias, pizzarias, laticínios, fábricas de alimentos, indústrias químicas, têxteis, dentre outros. A briquetagem de resíduos agrícolas e agroindustriais consiste na compactação desses resíduos, de modo a obter produtos com maior densidade (em kg/m³) e densidade energética (em kcal/m³) em relação às densidades dos resíduos originais (DIAS, 2012).

3.3.4.2 NORMAS E ESPECIFICAÇÕES

Segundo Dias et al (2012), as normas técnicas têm a função de apresentar um conjunto de procedimentos para análises de diversos tipos de produtos, inclusive os péletes e briquetes e, em alguns casos, apresentam especificações técnicas para os mesmos. O objetivo finalístico dessas normas é garantir uniformidade da biomassa densificada e diminuir as barreiras mercadológicas, criando assim um mercado em que biocombustíveis sólidos possam ser comercializados entre produtores e usuários de diferentes países ou regiões. Nesse aspecto, o mercado europeu se destaca, pois muitos dos principais consumidores dessa biomassa compactada já criaram normas com vistas a garantir uniformidade em benefício do consumidor (DIAS et al, 2012)

No Brasil, não há normas específicas para análise de propriedades de biomassa compactada, embora a produção de briquetes e péletes existam há muitos anos. O que se

observa é que muitos estudiosos no assunto utilizam métodos próprios ou adaptam normas ABNT, utilizadas para o carvão vegetal. Entretanto, esses métodos muitas vezes não são aceitos em comércio internacional que possuem especificações técnicas variáveis dependendo do mercado, conforme exposto acima (DIAS et al, 2012).

4. METODOLOGIA

Para Gil (2009), o estudo de caso é uma modalidade de pesquisa que consiste no profundo e exaustivo estudo de um ou poucos objetos, com contornos claramente definidos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

Objetivo desse trabalho visa avaliar os ganhos ambientais ao utilizar resíduos da madeira na produção de briquetes. Como base para o mesmo, foi escolhida a empresa RGM Ambiental, localizada na cidade de Viamão, Rio Grande do Sul.

A RGM possui como seu negócio a energia, através da produção de materiais energéticos renováveis, na forma de briquetes, visando potencializar a matriz energética gaúcha e brasileira, através da utilização como matéria prima para seus produtos, principalmente, a serragem e outros derivados de madeira que são classificados como resíduos, e normalmente são despejados de forma irregular sem qualquer previsão de utilização por aqueles que as rejeitaram no ambiente.

A empresa atua no mercado desde 2011, porém apenas em 2013 foi transferida a sua matriz industrial para Viamão, que antes estava localizada na cidade de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, onde possuía como principal matéria – prima a casca de arroz oriunda de engenhos do município e região. A RGM possui atualmente 8 colaboradores e um parque industrial de 1100 m² de área construída, com capacidade produtiva de 35 toneladas de briquetes por dia. Atualmente toda a produção de briquetes da RGM é destinada a indústrias dos mais diferentes ramos, que necessitam do referido produto para alimentar suas caldeiras e gerar energia em forma de calor para um determinado processo produtivo. As técnicas que foram utilizadas para este trabalho, foi o acompanhamento através de duas visitas na empresa, assim como, inúmeras informações disponibilizadas pelos sócios do empreendimento.

Em um primeiro momento, foi realizado o contato presencial com os sócios do empreendimento, onde foram obtidas todas as informações acerca da empresa, como: histórico da empresa, número de funcionários, principais clientes e destinações do produto, informações sobre a matéria – prima, informações da capacidade de produção do parque industrial, etc.

Em uma segunda visita, foi analisado o processo produtivo e o dia a dia da empresa como um todo. Notou-se que os processos de trabalho são adequados, que os funcionários utilizam EPI's, que a forma como a matéria - prima é tratada, desde a sua chegada, passando pela peneira para uniformização, secagem do material e armazenamento, ficando em estado ideal para ser conduzido até a máquina briquetadeira, é efetuado de forma otimizada, de modo

que é aproveitado todo resíduo que não é utilizado para a produção do briquete, como os materiais de maior dimensão que são rejeitados pela peneira, porém são utilizados na fornalha para aquecimento e, conseqüentemente, a secagem da serragem.

4.1 PROCESSO PRODUTIVO

O processo de produção utilizado na empresa onde ocorreu o acompanhamento inicia-se no momento em que a mesma recebe o resíduo da serraria e o armazena em um espaço físico de sua propriedade (figura 11) ou a céu aberto, dependendo do volume recebido.



Figura 11- Armazenamento no Galpão da Empresa

Fonte: RGM ambiental, 2014

Após o resíduo estar no galpão, é realizada a limpeza da matéria prima, passando a mesma por uma peneira, onde são eliminadas as partículas maiores (figura 12).



Figura 12 – Peneira para uniformização da matéria-prima.

Fonte: RGM Ambiental, 2014

Realizada a limpeza, a matéria prima que se encontra com alto teor de umidade passa pelo processo de secagem (figura 13 e 14), procedimento esse realizado por uma caldeira e um equipamento com grandes dimensões.



Figura 13 – Fornalha e secador da matéria-prima

(Fonte: RGM Ambiental, 2014)



Figura 14 – Secador

Fonte: RGM Ambiental, 2014

Em seguida transportado até a moega (figura 15), ficando livre da umidade, produtos químicos e fagulhas.



Figura 15 – Moega de armazenagem da matéria-prima seca

Fonte: RGM Ambiental, 2014

Após serem realizados esses procedimentos, o próximo passo é realizar a compactação do material. Essa etapa é realizada por uma esteira que transporta a matéria prima limpa e seca do reservatório diretamente para a briquetadeira (figura 16), que funciona como uma espécie de prensa, onde compacta e dá uniformidade, sem a adição de produtos químicos ou qualquer outro material que modifique o estado inicial do produto.



Figura 16 – Máquina briquetadeira em produção.

Fonte: RGM Ambiental.

Em seguida, o material é transportado diretamente para engrenagem de quebra, onde é adequado conforme a demanda e necessidade dos clientes. Após isso, o material é ensacado em bags e armazenado em pátetes, ocupando pouquíssimo espaço e facilitando o carregamento posteriormente.

Segundo Dias (2012), em 2009, o total de resíduos gerados apenas no processamento de madeira proveniente da silvicultura e do extrativismo foi de 50.778 m³. As empresas que participam desse ramo, geralmente, encontram-se próximas às serrarias, onde são facilitadas pelas questões logísticas, reduzindo seus custos e aumentando a margem de lucro.

4.2 VANTAGENS COMPETITIVAS

São inúmeras as vantagens que o briquete possui sobre a lenha tradicional, dentre elas, estão: maior poder calorífico, menor umidade devido ao processo de secagem, disponibilidade do produto todo ano, menor emissão de fumaça na hora da queima, mais higiênico, etc. A tabela 1 apresenta um comparativo entre a lenha e o briquete:

Tabela 1 – Comparativo: Lenha x Briquete

ITEM/ENERGÉTICO	LENHA	BRIQUETE
Poder calorífico	Menor 2200 a 2500 Kcal	Maior 4800 a 4900 Kcal
Umidade	25 a 40%	9 a 12%
Equivalência	5,00 a 6,00 m3 st	1,00 tonelada
Temperatura da chama	Baixa temperatura	Alta temperatura
Regularidade térmica	Irregular	Regular
Dimensões	Sem padrão	Padronizadas
Áreas para armazenamento	Grandes	Pequenas
Transporte	Com grau de dificuldade	Sem dificuldades
Manuseio	Dificuldade	Facilidade
Sujeira na armazenagem	Representativa	Isento
Poluição	Maior índice	Menor índice
Resíduos	Maior índice	Menor índice
Licenças especiais	Necessário	Desnecessário

(Fonte: EKOPLUS, 2014)

De acordo com a tabela 1, as vantagens que o briquete possui sobre a lenha tradicional são justificadas abaixo:

Quanto ao poder calorífico, o briquete possui vantagens, devido ter maior volume de massa específica que a lenha tradicional. Isso se dá, pelo fato do briquete possuir partículas menores que facilitam a compactação. No quesito da umidade, justifica-se pela passagem da matéria – prima por um secador. A equivalência está diretamente ligada ao local de armazenagem, onde no caso do briquete, 1 tonelada fica disposta em 28 sacos de 35 kg, enquanto a lenha, para a mesmo peso, necessita de 6 m³.

No item energético temperatura de chama, o briquete é mais regular porque a compactação não deixa espaço na parte interior do produto, o que também faz com que a regularidade térmica seja maior nos briquetes. No quesito dimensões, os briquetes são padronizados devido à exigência dos consumidores, o que leva o produto a possuir vantagens nas áreas para armazenamentos, necessitando de espaços menores do que para abrigar a lenha, facilitando inclusive o transporte quando comparado com a lenha tradicional e, ainda, tornando-se mais fácil o manuseio.

Nos itens poluição e sujeira na armazenagem, o briquete é mais viável porque o produto passa por um tratamento onde fica isento de impurezas e, conseqüentemente, com menor índice de poluição durante a queima. No caso dos resíduos gerados por ambos, a lenha deixa um conteúdo maior de cinzas que o briquete. Na situação de licenças especiais para utilização de um ou outro, os briquetes não necessitam de licenças especiais porque é um produto ecológico que aproveita um material que estava inutilizado, enquanto a lenha tradicional necessita de licenças de órgãos competentes para que possa ser explorada.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, notamos que o briquete possui várias vantagens sobre a lenha tradicional. Porém, para um entendimento maior sobre o que isso significa na prática, a tabela 2 apresenta um comparativo de ambos os materiais no que se refere ao consumo, onde permite constatar que nas várias atividades comparadas na pesquisa, o briquete possui um consumo de, em média, quase duas vezes menor quando equiparado com a lenha tradicional.

Tabela 2 – Consumo: Lenha x Briquete

Utilização	Consumo mensal(T/Mês)	
	– Briquete	- Lenha
Padarias com forninho	1,5	3,08
Pizzaria com 6 fornos	2	3,92
Lareiras médias	1	1,96
Caldeiras 2t K/h	15	29,4
Caldeiras 4t K/h	30	58,8
Fogões a lenha	1	1,9

Fonte: Adaptado de Embrapa Agroenergia(2012).

Na empresa onde o estudo foi realizado, a produção diária estimada é em torno de 35 toneladas líquidas. Quanto à utilização do material para ser utilizado na fornalha durante a secagem no processo produtivo, a empresa possui uma parceria com a Ambev, empresa de bebidas situada a poucos quilômetros, onde utiliza os pálets danificados da parceira para utilização na fornalha, além de partículas maiores que são retiradas do processo produtivo quando passam pela peneira e, ainda, partes de briquetes que esfarelaram após a compactação.

Em torno de 50% da produção da empresa é destinada para empresas do setor de laticínios, onde possui como principais compradores: Italac (Passo Fundo-RS), Relat – grupo Renner (Estação – RS) e Tangará Foods (Teutônia - RS). Pizzarias na própria região metropolitana de Porto Alegre consomem 40% da produção da empresa. Os outros 10 % da produção é destinado para empresas de vários ramos (frigoríficos, hotéis e outras empresas que utilizam fornalhas de pequeno porte). O Rio Grande do Sul é o principal consumidor dos briquetes da empresa, com o consumo de 70% da produção, enquanto os estados do Paraná e São Paulo consomem os outros 30%.

A tabela 3 demonstra o quanto a empresa vem evoluindo desde o seu surgimento

Tabela 3. Processo Evolutivo de produção

Ano	Produção/dia
2011	20T
2012	25T
2013	30T
2014	35T

Fonte: RGM Ambiental

Apesar de ter um aumento significativo na produção durante o decorrer dos anos, a empresa está em negócio com o mercado externo. Nos próximos meses, será encaminhado para Roma, na Itália, um contêiner com amostras de briquetes. Além disso, a capacidade produtiva dobrará devido a um investimento na fábrica, com a aquisição de outra máquina briquetadeira, onde terá oportunidade de prospectar novos negócios e aumentar seus dividendos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o objetivo do trabalho é possível verificar que os ganhos ambientais com a compactação do resíduo da madeira na produção de briquete é bastante viável ambientalmente, pois, além dos ganhos em qualidade no produto beneficiado, verifica-se que a matéria – prima para a produção do briquete é o que era rejeito na serraria. Ademais, segundo especialistas do tema, uma tonelada de briquete significa a não derrubada de uma árvore. Portanto, considerando uma produção diária estimada em 35 toneladas, a empresa em estudo contribui diariamente para a não derrubada de 35 árvores, o que é considerado algo muito importante no tange à preservação ambiental.

Para o atendimento do objetivo específico, nota-se que o mesmo foi totalmente atingido, pois conforme citado durante o trabalho, houve duas visitas para o acompanhamento do dia a dia da empresa estudada, assim como, o destaque no processo produtivo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasília, DF). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília, 2002. 1 ed. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf>. Acesso em: 15/12/2014.

BRAND, M. A. **Energia de biomassa florestal**. 1 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2010.

DIAS, S. C. M. José. et al., **Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais**, Brasília, DF, 2012, Embrapa Agroenergia.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Rio de Janeiro, 2014) **Balço Energético Nacional 2014: Ano base 2013**, Rio de Janeiro: EPE, 2014 disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2014.pdf. Acesso em: 20/12/2014

FADIGAS, Elaine A. Faria Amaral; PHILIPPI J. Arlindo. **Energia Eólica**, Barueri, SP, Manole 2011.

FROEHLICH, Anderson. Et al. Utilização da biomassa para geração de energia: um estudo de caso em uma indústria madeireira de Aripuanã – MT. In: **VIII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO**, Niterói, RJ, 2012 disponível em: <http://www.excelenciaemgestao.org/portals/2/documents/cneg8/anais/t12_0477_2445.pdf> Acesso em: 29/12/2014.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. – 8, reimpr. – São Paulo: Atlas, 2009.

MCCREADIE, Karen. **A Arte da Guerra SUN TZU: uma interpretação em 52 ideias brilhantes**: 1. ed. São Paulo: Globo, 2008.

MORAES, Jullia tedesco; COSTA, Gabriela Piana. **A fabricação de briquetes como alternativa para destinação adequada dos resíduos da madeira na indústria moveleira no ES**, Vitória, ES. Disponível em: <<http://faesa.br/SEA/trabalhos/A%20FABRICA%C3%87%C3%83O%20DE%20BRIQUETE%20COMO%20ALTERNATIVA%20PARA%20DESTINA%C3%87%C3%83O%20ADEQUA%20DOS%20RES%20DUOS%20DE%20MADEIRA%20NA%20IND%20ASTRIA%20MOVELEIRA%20NO%20ES.pdf>> Acesso em: 29/12/2014.

NEVES CUNHA, Eldis Camargo; REIS, Lineu Belico. **Energia elétrica e sustentabilidade: aspectos tecnológicos, socioambientais e legais.** Barueri, SP: Manole, 2006.

PACHECO, F., conjuntura e planejamento, **Energias Renováveis: breves Conceitos**, Salvador, SEI, 149, pág 4-11, Out. 2006 disponível em:
<http://www.ieham.org/html/docs/Conceitos_Energias_renov%C3%A1veis.pdf> Acesso em: 20/12/2014

REIS, L. B.: **Energia, Recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável.** Editora Manole, Barueri. São Paulo, 2005

REIS, Lineu Belico dos. **Matrizes energéticas: conceitos e usos em gestão e planejamento.** Barueri, SP: Manole, 2011.

INFOESCOLA, **Plataforma Petrolífera**, 2014. Figura. Disponível em:
<<http://www.infoescola.com/geografia/petrobras-e-o-petroleo-no-brasil>>. Acesso em: 20/12/2014.

CPRM, **Carvão Mineral**, 2014. Disponível em:
<http://www.cprm.gov.br/coluna/carvaomineral0.html>>. Acesso em: 20/12/2014

CREA, RS, 2014. Figura. **Complexo Eólico Cerro Chato, Santana do Livramento – RS.** Disponível em: <<http://www.crea-rs.org.br/site/index.php?p=ver-noticia&id=243>>. Acesso em 20/12/2014.

SECRETARIA DO ESPORTE E TURISMO DO PR, 2014. Figura. **Usina de Itaipú**, Disponível em:
<<http://www.turismo.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=38&evento=22#menu-galeria>> Acesso em: 20/12/2014

BRASIL ESCOLA, 2014. Figura. **Diversos Tipos de Matéria-prima para a produção de briquetes.** Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/biomassa.htm>>. Acesso em: 20/12/2014

RGM AMBIENTAL, 2014. Disponível em: <<https://www.rgmambiental.com.br>>. Acesso em 29/12/2014