

O USO DA CASCA DE ARROZ COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE DOM PEDRITO - RS

*Rice hull as alternative energy: a case study in the
municipality of Dom Pedrito – RS*

Osmar Manoel Nunes
Gustavo da Rosa Borges
Janaina Wohlenberg
Eduardo Dias Rodrigues
Laureane Rangel Mathias
Luthieli Lopes

O USO DA CASCA DE ARROZ COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE DOM PEDRITO - RS

Rice hull as alternative energy: a case study in the municipality of Dom Pedrito – RS

*Osmar Manoel Nunes
Gustavo da Rosa Borges
Janaina Wohlenberg
Eduardo Dias Rodrigues
Laureane Rangel Mathias
Luthieli Lopes*

Resumo: A biomassa é uma fonte de energia limpa e quando corretamente utilizada possui pouquíssima emissão de poluentes. Esse trabalho apresenta a queima da casca de arroz em uma empresa do setor orizícola, no município de Dom Pedrito – Rio Grande do Sul, para geração de energia, o destino do excedente de casca e para onde são enviadas as cinzas resultantes da queima, tendo por objetivo estudar a geração de energia através da queima de casca de arroz, quantificando as cascas de arroz convertidas em energia bem como as que não são aproveitadas na queima e o destino das cinzas após a queima. O procedimento metodológico é caracterizado como um estudo de caso realizado na empresa Coradini Alimentos, na qual também foi aplicado questionário estruturado para levantamento de dados, a fundamentação teórica foi realizada através de levantamento bibliográfico. Com a queima da casca de arroz resolveu-se um grande problema ambiental causado pela liberação de gases prejudiciais ao meio ambiente decorrentes do descarte incorreto da mesma, além de reduzir custos com transporte e armazenamento da casca, diminuição de mão-de-obra, eliminou a compra de lenha, além disso, possibilitou a geração de energia elétrica que hoje em dia é um dos principais fatores para se medir a qualidade de vida das pessoas.

Palavras chave: biomassa, energia, orizicultura

Abstract: Biomass is a clean energy source and when used correctly has very little emissions. This paper presents the rice husk burning in a company of paddy sector in the city of Dom Pedrito - Rio Grande do Sul, for power generation, the shell over the destination and they are sent the ashes from burning, and the objective of studying the generation of energy by burning rice husk, quantifying the rice husks converted into energy as well as those not utilized in burning and the fate of ashes after burning. The methodological approach is characterized as a case study conducted in Coradini Food company, which was also applied structured questionnaire to survey data, the theoretical foundation was carried out through literature. With the burning of rice husk had become a major environmental problem caused by the release of harmful gases to the environment resulting from incorrect disposal of the same, while reducing costs for transportation and storage of bark, reduced hand labor, eliminated buying firewood, in addition, it enabled the generation of electric energy that today is one of the main factors to measure quality of life.

Keywords: biomass, energy, rice cultivation

JEL: R11, R12.

Introdução

Analisando a atual situação mundial, cresce cada vez mais a percepção da necessidade de se diminuir a dependência da energia fóssil e se utilizar fontes de energia menos impactantes, promovendo a melhora na qualidade de vida das pessoas em determinadas regiões onde a geração de energia interfere no ecossistema.

A casca do arroz é uma das principais biomassas produzidas na região de Dom Pedrito, constituindo-se um subproduto da produção de arroz, sendo essa de grande valor energético. Existem empresas que já utilizam essa biomassa como fonte de energia em seus engenhos, utilizando a casca de arroz ao invés de lenha para abastecer as fornalhas do secador. A geração de energia a partir da casca pode ser muito vantajosa para a empresa, pois é um subproduto gerado em grandes quantidades, e a queima diminui o despejo da mesma em locais impróprios, possibilitando a empresa a participar de programas de certificação, obtendo um diferencial nos seus produtos.

No município de Dom Pedrito a atividade orizícola desempenha uma grande importância financeira e social, a atividade tem um grande reflexo na economia do município e é uma das maiores geradoras de empregos na produção e em empresas beneficiadoras.

Esse trabalho tem por objetivo estudar a geração de energia através da queima de casca de arroz, quantificando as cascas de arroz convertidas em energia bem como as não aproveitadas na queima e o destino das cinzas após a queima.

1.1 Métodos de Pesquisa

O presente trabalho foi elaborado e aplicado no município de Dom Pedrito – Rio Grande do Sul, um dos maiores produtores de arroz e conseqüentemente de casca de arroz do Brasil, localizado a aproximadamente 450km da capital Porto Alegre.

O estudo de caso é um tipo de pesquisa muito utilizado, que consiste em uma pesquisa profunda e exaustiva de um objeto, que permita seu detalhado conhecimento, seus resultados, de modo geral, são apresentados na condição de hipóteses e não conclusões (GIL, 2009)

O presente trabalho foi realizado na Filial Dom Pedrito da empresa Coradini Alimentos localizada na BR 293 KM 239, que utiliza a casca do arroz para geração de energia e abastecimento das próprias instalações.

Depois de escolhido o tema do trabalho, a primeira etapa realizada foi uma revisão bibliográfica para situar o autor sobre a situação do tema escolhido no atual momento e os futuros leitores sobre a importância do tema.

A revisão bibliográfica tem propósito de fornecer fundamentação teórica ao trabalho, sua elaboração é principalmente a partir de livros, artigos científicos, jornais, teses, dissertações além de material disponível na internet (GIL, 2009).

Foi feito um estudo de caso na empresa escolhida a fim de analisar a utilização da casca de arroz para geração de energia, o destino das cinzas provenientes da queima da casca e o destino das cascas que não são aproveitadas no processo de geração de energia.

O estudo de caso procura se aprofundar nas questões propostas em um único grupo ou comunidade. Basicamente o estudo é realizado por meio da observação das atividades do grupo estudado, e entrevistas para captar informações e explicações. Como é desenvolvido no próprio local, seus resultados são mais fiéis, não requer equipamentos profissionais, e existe a probabilidade de os sujeitos oferecerem respostas mais confiáveis (GIL, 2009).

1.1.1 Coleta de Dados

Para a coleta de dados foi realizada uma entrevista estruturada com o Sr. Julio Valente funcionário da empresa, seguindo um questionário com perguntas abertas e fechadas para se entender o processo de geração da energia através da queima da casca do arroz. A aplicação do questionário foi em junho de 2015 em uma empresa que já utiliza esse processo, pois assim houve melhores condições de pesquisa e dados mais concretos.

A entrevista estruturada segue um roteiro estabelecido pelo entrevistador, com perguntas predeterminadas. Ela se realiza de acordo com um formulário elaborado e é efetuada de preferência com pessoas selecionadas de acordo com um plano. (MARCONI, LAKATOS, 2010).

A entrevista buscou levantar as seguintes informações: Etapas do processo de queima; Quantidade de casca queimada; Quantidade de energia gerada; Destino das cascas não utilizadas; destino das cinzas, entre outras.

A partir da entrevista foi possível responder as questões sobre a geração da energia e concluir o trabalho chegando aos objetivos estipulados.

2.1 Biomassa

Segundo o Ministério do Meio Ambiente - MMA (2010) pode ser considerado biomassa todo recurso renovável que provêm de matéria orgânica - de origem vegetal ou animal - tendo por objetivo principal a produção de energia.

Atualmente a biomassa representa quase 10% da matriz energética brasileira, com destaque para o bagaço de cana, os resíduos florestais, o biogás do lixo e de resíduos agropecuários, a casca de arroz, entre outras fontes. Mas, cientistas afirmam que o potencial de exploração energética da biomassa do nosso país equivaleria a no mínimo quatro hidrelétricas de Itaipu (TRIGUEIRO, 2014).

De acordo com Silva e Ruggero (2014) o Brasil é um grande produtor de produtos agrícolas, os quais geram uma grande quantidade de resíduos. Estes resíduos podem, e muitas vezes são utilizados como fonte energética. Porém, não existem tecnologias desenvolvidas para o aproveitamento de certas culturas, grandes potenciais são deixados de lado.

Grande parte da demanda energética brasileira ainda é atendida pela queima de madeira. De acordo com o MMA (2014), os cerca de 50 milhões de metros cúbicos de madeira em tora extraídos por ano na região amazônica produzem apenas 20 milhões de metros cúbicos de madeira serrada. Do total, aproximadamente 60% é desperdiçado nas serrarias durante o processamento primário. Em geral, mais 20% são desperdiçados no processamento secundário, gerando um imenso volume de resíduos.

Os resíduos vegetais são compostos fundamentalmente de celulose e são utilizados muito facilmente para obtenção de energia, devido a pouca umidade e a facilidade de serem pré-processados, (SILVA; RUGGERO, 2014).

O bagaço e a palha de cana são considerados algumas das biomassas mais importantes na agricultura brasileira, sendo utilizadas para gerar energia nas usinas, além do excedente ser acrescido ao sistema elétrico. No entanto, grande parte é queimada ou retorna ao solo através da incorporação dos restos de cultura. Podemos citar outros resíduos tais como a casca de arroz, cascas de castanhas, côco da Bahia, côco de babaçu e dendê, cascas de laranjas, etc. (MMA, 2014).

O mapa a seguir mostra as principais biomassas produzidas por região no Brasil, entre as principais produções da região sul estão a casca de arroz e os resíduos florestais.

Figura 1 - Mapa do Brasil mostrando a disponibilidade de resíduos nas diferentes regiões.



Fonte: Biomassa BR (2014)

2.1.1 Geração energia através da Biomassa

Um quinto de toda a energia mundial é gerado a partir de recursos renováveis, isso representa cerca de 25 milhões de barris de petróleo por dia. Nos países em desenvolvimento a biomassa é a fonte de energia mais importante (HALL, HOUSE E SCRASE, 2008). Ainda segundo os autores a biomassa representa de 17% a 30% da demanda total de energia projetada para 2050. Os países industrializados contam com 3% da sua matriz provenientes de biomassa, já os países em desenvolvimento apresentam um valor de 33%.

As destilarias de etanol alimentadas de cana de açúcar, as plantas siderúrgicas movidas a carvão vegetal e as fábricas de papel e celulose são os setores industriais brasileiros que dependem fortemente da biomassa como matéria prima e fonte de energia. (BAJAY e FERREIRA, 2008).

A cidade de São Borja no RS uma das maiores produtoras nacionais de arroz, conta com a maior usina termelétrica a base de casca de arroz do Brasil, a UTE São Borja Geradora de Energia Elétrica S/A. Segundo Lopes (2010) com um investimento de 65 milhões de dólares de uma empresa alemã, a usina é capaz de gerar 12,3 MW/h, o suficiente para abastecer uma cidade de 80 mil habitantes, com consumo de cerca de 96 mil toneladas de casca/ano, como a casca do grão representa 22% da massa beneficiada, combustível não será o problema.

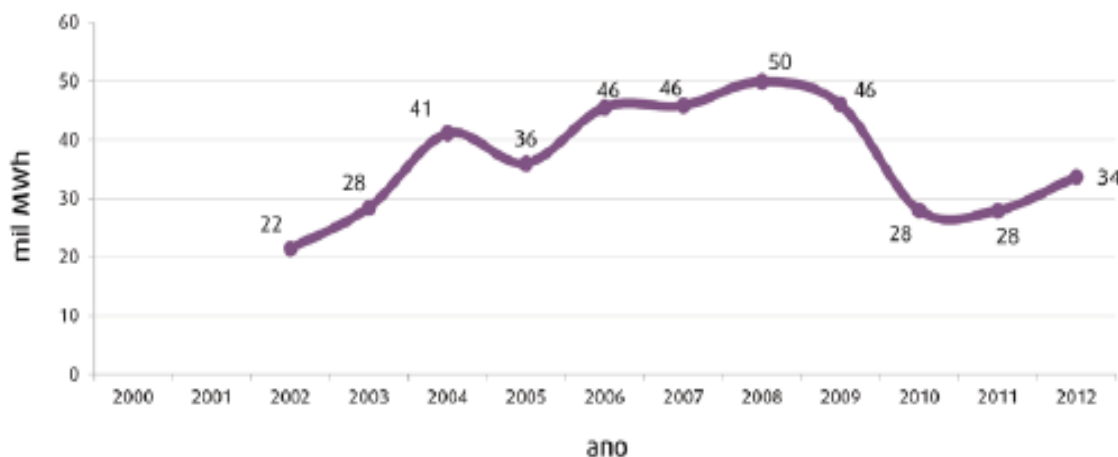
A Camil empresa estabelecida em Itaqui também no RS antes de iniciar o projeto de geração de energia através da casca do arroz produzia 300 toneladas de casca por dia, e queimava somente 90 toneladas nas caldeiras, o restante era destinado para áreas licenciadas. Após a execução do projeto em 2001 a empresa passou a queimar 60% da casca gerando 4,2 MW/h de energia, já em 2005 esse valor subiu para 72% de casca queimada (KNÖDLSSEDER, 2005).

A empresa buscava uma alternativa para acabar com o descarte da casca em aterros, para minimizar a emissão de poluentes ao meio ambiente e cortar os gastos com transporte, a Camil produziu no ano de 2010, 23.340 MW/h de energia a partir da queima da casca de arroz (WOHLENBERG, COSTA, BLOS, 2011).

A geração de energia através da queima da casca de arroz é uma alternativa praticável, viável e ética do ponto de vista tecnológico, econômico e ecológico, basta que exista tecnologia, já que a matéria prima é abundante na região e todo CO₂ produzido na queima volta para o ciclo de carbono da biosfera terrestre (HOFFMANN *et al*, 2014).

O gráfico a seguir mostra a quantidade de energia gerada no Rio Grande do Sul a partir da biomassa, entre os anos de 2002 e 2012, no ano de 2008 houve um aumento de mais de 100% se comparado ao ano de 2002, porém a produção voltou a cair no ano de 2010.

Figura 2 – Geração de energia no RS no período de 2000 a 2012 utilizando Biomassa



Fonte: CEEE - Balanço energético do RS 2013 – ano base 2012.

2.1.2 Principais tecnologias de aproveitamento

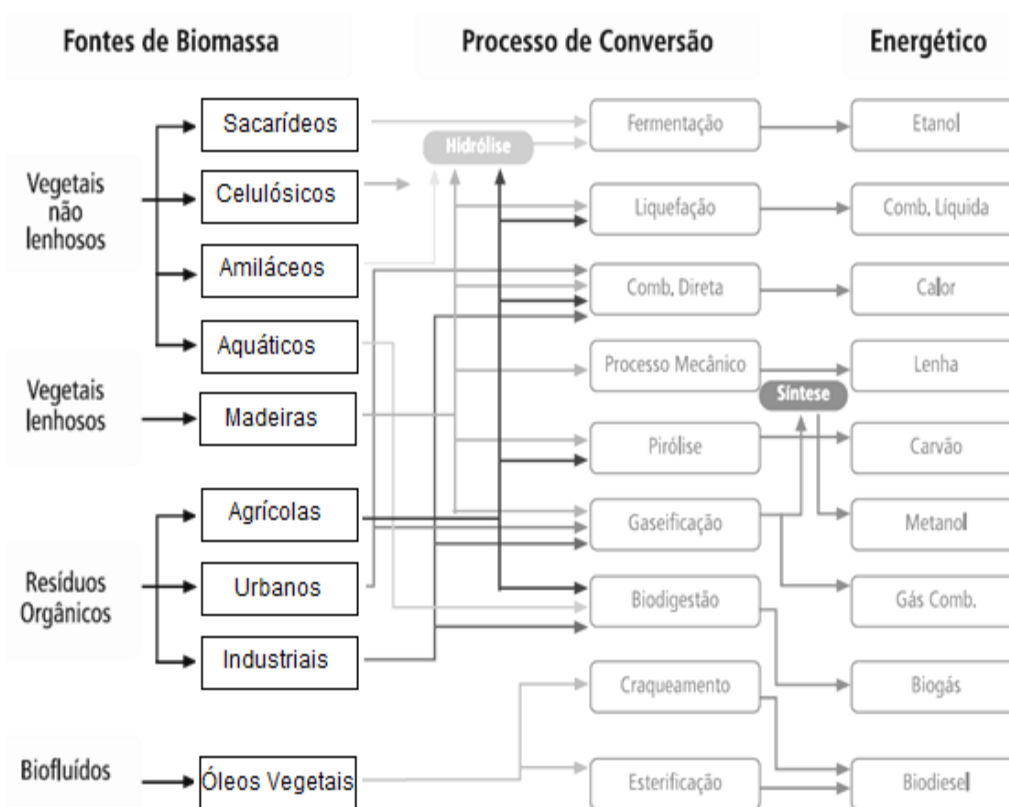
Existem inúmeras maneiras de se aproveitar os benefícios da utilização de biomassa, dentre elas estão a combustão, a cogeração, o craqueamento, a digestão anaeróbica, a fermentação, a gaseificação, a hidrólise e a pirólise (MME, 1982).

2.1.2.1 Combustão

É a transformação de energia química dos combustíveis em calor, através do contato com o oxigênio. Porém a umidade muito encontrada nesses combustíveis (lenha, palha) é um problema para a combustão, o que dificulta seu armazenamento e transporte (ANEEL, 2005).

A imagem a seguir mostra o ciclo de transformação da biomassa, quais as fontes e processos utilizados e qual o combustível gerado.

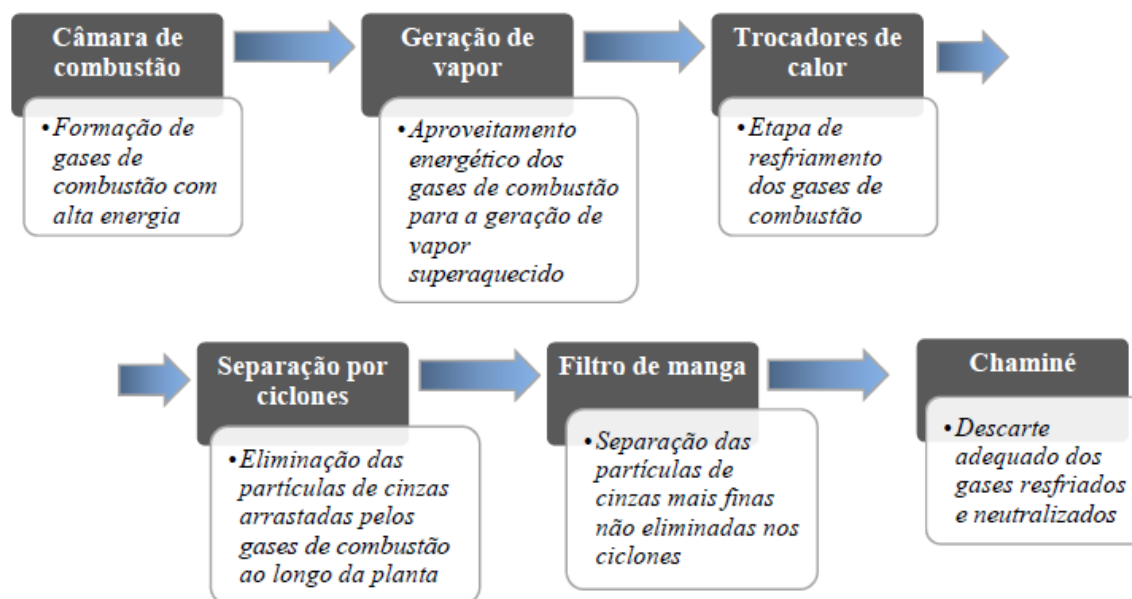
Figura 3 - Diagrama esquemático dos processos de conversão energética da biomassa.



Fonte: Ministério de Minas e Energia (1982)

A figura a seguir apresenta as principais etapas do processo de geração de energia a partir da queima da casca de arroz, no processo de combustão da casca de arroz bruta, em caldeiras para o aproveitamento da energia dos gases de combustão. Uma vez gerados, os gases de combustão seguem para a etapa de geração de vapor e, logo em seguida, para a separação das cinzas por meio de lavadores, ciclones e filtro de manga. Por fim, os gases resfriados e neutralizados são lançados na atmosfera por meio da chaminé.

Figura 4 - Esquema simplificado do processo de geração de energia a partir da queima de casca de arroz.



Fonte: VALE *et al*, 2014.

2.2 Arroz

O Estado do RS é o maior produtor de arroz do Brasil, em torno de 55%, com 8,1 milhões de toneladas na safra 2011/2012. A casca de arroz é utilizada como fonte energética primária, tanto para o beneficiamento de grãos no agronegócio, como na indústria cerâmica no RS e na geração de energia elétrica (CEEE, 2013)

Segundo Brum e Portela (2008) a região Fronteira-oeste é a maior produtora do RS e apresenta uma das maiores produtividades médias devido a sua grande potencialidade de solo, de média fertilidade natural, possui uma baixa capacitação de infiltração de água, a topografia é levemente ondulada e plana, ideal para o cultivo, e apresenta boa disponibilidade de água já que a área apresenta mananciais, arroios e rios que formam a bacia hidrográfica do Rio Uruguai.

Com base em dados do Instituto Rio Grandense do Arroz – IRGA (2014) as cidades de Uruguaiana, Itaqui e Alegrete são os municípios que concentram a maior quantidade de área cultivada e conseqüentemente apresentam a maior produção.

O arroz é um grande gerador de renda e empregos, além dos empregos rurais gerados, existem as agroindústrias beneficiadoras, ainda segundo o IRGA (2004) existem seis grandes empresas beneficiadoras na região, uma encontra-se em Dom Pedrito, a COTRIJUI.

De acordo com o IRGA (2014), Dom Pedrito teve 45.650 ha semeados e colhidos, com uma produtividade de 7.797 kg/ha, sua produção foi de 355.933 toneladas na safra 2013/2014, em 2013 Dom Pedrito foi o 7º maior beneficiador da cultura no RS com 4.725.911 sacos de 50 kg em casca.

2.2.1 Casca do arroz

Os resíduos de casca do arroz se não forem corretamente descartados, tornam-se responsáveis pelo agravamento dos problemas ambientais devido a sua lenta degradação, surge, então, uma alternativa sustentável de biomassa tanto para a geração de energia quanto para outras finalidades (VALE *et al*, 2014).

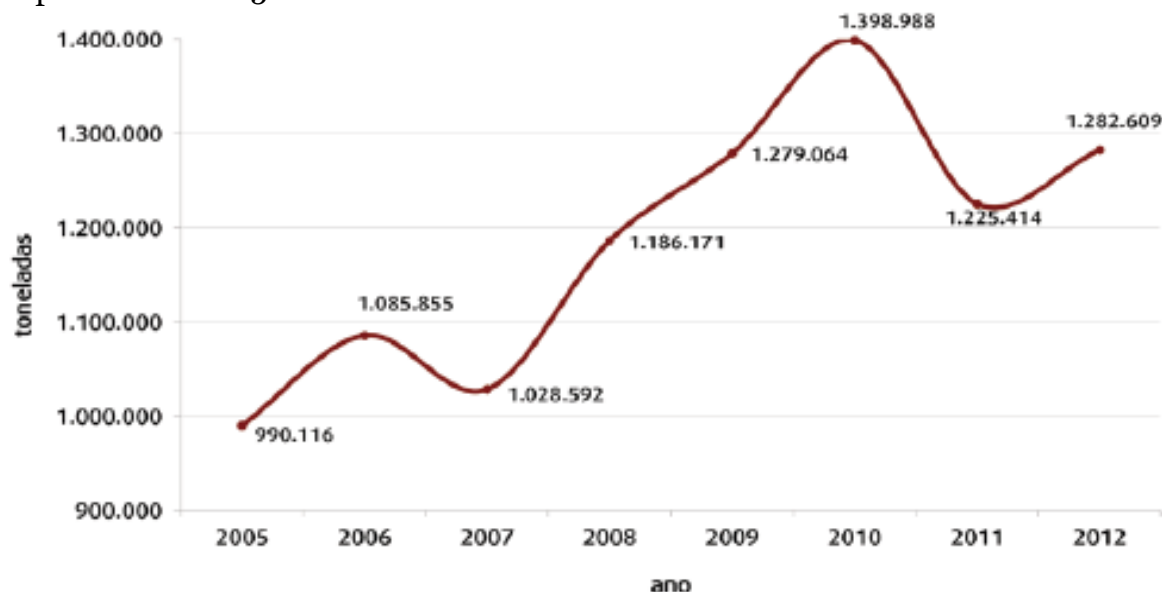
A utilização da casca do arroz para geração de energia pode diminuir os problemas ambientais causados pelo mau descarte da mesma, já que ela leva em média até cinco anos para se decompor (MAYER *et al.*, 2006).

O potencial energético da casca corresponde a 50% da capacidade térmica de um carvão betuminoso de boa qualidade e de 33% da capacidade térmica do petróleo (VALE *et al*, 2014).

A principal alternativa no momento vem sendo a geração termoelétrica, esse processo resulta em cinzas, cujo destino é variável, algumas empresas descartam no solo, outras vendem como isolante, e existe também a indústria do cimento, várias pesquisas mostram que o cimento pode ser produzido a partir da casca de arroz com sucesso, devido o seu baixo custo em substituição à areia (HOFFMANN *et al*, 2014).

O gráfico a seguir mostra a quantidade de casca de arroz utilizada para geração de energia no RS entre os anos de 2005 e 2012. Desde o ano de 2005, 2010 foi o que houve a maior utilização da casca, com um pouco mais de 100.000 toneladas que o ano de 2012, e mais de 400.000 toneladas se comparado ao ano de 2005.

Figura 5 - Evolução da produção de casca de arroz utilizada como energético no RS, no período de 2005 a 2012.



Fonte: Balanço energético do RS 2013 – ano base 2012

São produzidos no Brasil aproximadamente 13 milhões de toneladas de casca de arroz, sendo o Rio Grande do Sul responsável por 46% do total. Com poder calorífico de 3200 kcal kg⁻¹, a casca apresenta baixa densidade, em torno de 130 kg m³, resultando num grande volume necessário para o seu armazenamento (MAYER *et al*, 2006).

Ainda segundo Mayer *et al* (2006) os aterros onde as cascas de arroz que não são utilizadas são depositadas são grande emissores ao meio ambiente de Metano (CH₄), gás esse que é produzido pela decomposição da matéria orgânica, 20 vezes mais prejudicial ao meio ambiente que o Dióxido de Carbono (CO₂).

Como a cinza possui alto valor de sílica¹, isso a torna um resíduo bastante valorizada já que ela pode ser usada em diversos ramos tais como: construção civil, cerâmica, eletrônica, entre outros, no entanto ela precisa ser de alta qualidade, levando em conta sua superfície, tamanho e pureza (HOFFMANN *et al*, 2014).

As cinzas representam aproximadamente 16% do peso da casca, com formas variadas que dependem tanto do equipamento utilizado para a queima, como do tempo e temperatura da queima. A casca de arroz queimada em condições controladas (temperatura máxima de 1000°C), ao atingir 800°C, gera cinza residual constituída de sílica em forma cristalina de quartzo. Para temperaturas no intervalo de 450 a 700°C, gera sílica no estado amorfo (LUDWIG; ARAUJO; PUTTI, 2012).

O grupo Pilecco Nobre, com sede em Alegrete – RS é composto por varias empresas, entre elas a Sílica Verde do Arroz Ltda. que produz energia elétrica renovável e sílica utilizada na construção civil, na indústria de pneus, entre outros, isso torna o grupo auto-sustentável em energia, sendo o excedente da energia repassado a concessionária local. (GRUPO PILECCO NOBRE, 2014).

2.3 Legislação Ambiental

A economia do Rio Grande do Sul tem forte vinculo com a agricultura, geradora dessa de grande quantidade de resíduos tais como a casca de arroz e as cinzas resultantes da queima da casca, resíduos esses caracterizados como fonte de poluição e contaminação (FEPAM, 2011).

Procedimentos de destinação final ambientalmente correta dos resíduos gerados pelo arroz segundo a FEPAM:

- Alternativa 01: gerador propõe a instalação de um armazenamento temporário para posterior destinação final;
- Alternativa 02: gerador propõe a utilização de casca de arroz no próprio processo industrial, como combustível em equipamentos de queima (fornalhas ou caldeiras);
- Alternativa 03: gerador propõe a destinação da casca de arroz ou as cinzas para unidades licenciadas de terceiros, a serem utilizadas como combustível ou na incorporação em solo agrícola ou em co-processamento em fornos de clínquer, ou mesmo para disposição final em aterros ou centrais de disposição final de resíduos;
- Alternativa 04: gerador propõe a instalação de um aterro próprio para disposição final de resíduos de casca de arroz e/ou cinzas;
- Alternativa 05: gerador propõe a instalação de uma unidade de compostagem para o resíduo casca de arroz;
- Alternativa 06: gerador propõe a incorporação em solo agrícola da casca de arroz ou das cinzas;
- Alternativa 07: gerador propõe a destinação da casca de arroz ou as cinzas para unidades licenciadas de terceiros, a serem utilizadas como carga ou matéria-prima em outros processos industriais;
- Alternativa 08: gerador propõe novas tecnologias para a utilização dos resíduos.

¹ A casca do arroz possui até 15% em massa de sílica (FERNANDES *et al*, 2014).

A seguir serão explanadas as 4 alternativas que mais se encaixam no perfil das empresas do ramo no município de Dom Pedrito.

2.3.1 Utilização de casca de arroz no próprio processo industrial como combustível – Alternativa 2.

O gerador do resíduo deverá providenciar, junto ao processo de licença operacional da unidade, a inclusão da atividade de queima da casca de arroz, apresentando um projeto que atenda, no mínimo, as seguintes diretrizes:

- Os equipamentos e operações passíveis de provocarem emissões de material particulado deverão ser providos de sistema de ventilação local exaustora e equipamento de controle eficiente, de modo a evitar emissões visíveis para a atmosfera;
- A empresa deverá atender a todos os requisitos da Portaria SSMA Nº 03/88, que estabelece exigências ao controle das emissões atmosféricas, para as atividades que processam ou manuseiam grãos;
- Os dutos de saída (chaminés) de todos os sistemas de controle ambiental (filtros de mangas, lavadores e outros equipamentos), deverão atender à Norma da ABNT- NBR 10.701;
- Deverá ser apresentado um Plano de destinação final das cinzas resultantes da queima da casca de arroz, podendo, a critério da FEPAM, ser exigido licenciamento específico.

2.3.2 Aterro próprio para disposição final de resíduos de casca e/ou cinzas – Alternativa 4.

O gerador do resíduo deverá protocolar solicitação à FEPAM de licenciamento prévio e posterior de instalação e de operação, conforme os códigos: 3.111,21 quando se tratar de casca de arroz e 3.111,22 quando se tratar de cinza, observando, no mínimo, as seguintes diretrizes:

- Deverá ser priorizado o aproveitamento da casca de arroz, tanto para a geração de energia como para a incorporação em solo agrícola, preferencialmente à disposição da mesma em aterro, o qual poderá ser opção para a disposição final das cinzas;
- Em relação à localização do aterro, a área selecionada obrigatoriamente deverá:

- a) estar de acordo com o zoneamento municipal, não ferir a legislação de uso do solo e não haver restrições à atividade proposta, por parte do Município;
- b) possuir topografia suave e manter uma distância mínima de reservatórios, sangas ou de qualquer outro curso d'água, de acordo com as Resoluções CONAMA 302 e 303/2002;
- c) não se situar sobre ou muito próximo a linhas preferenciais de drenagem d'água (talvegues), bem como a áreas de banhados ou áreas que acumulem água (áreas úmidas), de acordo com a Lei Estadual nº 11.520/00 - Código Estadual do Meio Ambiente;
- d) haver predominância de solo natural na área com coeficiente de permeabilidade inferior a 5×10^{-5} cm/s;

- e) possuir uma camada natural de solo insaturado, entre a base inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático de, no mínimo, 1,5 metros, medido em período de maior precipitação pluviométrica da região;
- f) ter acesso sob quaisquer condições climáticas;
- h) haver, em área próxima, disponibilidade de obtenção de solo, com vistas ao recobrimento dos resíduos quando da operação e encerramento do aterro.
 - Em relação à concepção do projeto do aterro, deverá ser previsto, no mínimo:
 - a) uma camada de base de 50 cm de argila compactada, assegurando um coeficiente de permeabilidade na ordem de 1×10^{-7} cm/s;
 - b) operação por módulos de dimensões definidas, configurados por taludes de argila ou outro material inerte. Estes módulos deverão ter dimensões reduzidas, de forma a minimizar a área exposta de resíduos, bem como a geração de percolado e de material particulado;
 - c) sistema de recobrimento dos resíduos ou outra medida, durante a operação de cada módulo, compatível com os volumes envolvidos;
 - d) sistema de drenagem de águas pluviais, de modo a desviar do aterro as águas de chuva oriundas de áreas à montante;
 - e) sistema de coleta e de tratamento do líquido percolado. A bacia de captação prévia do percolado deverá ser impermeabilizada com uma camada de 50 cm de argila compactada, assegurando coeficiente de permeabilidade na ordem de 1×10^{-7} cm/s:
 - no caso de aterros providos de telhado, onde a geração de percolado é minimizada, poderá ser avaliada a possibilidade de aspersão do mesmo sobre a massa de resíduos no interior do aterro;
 - no caso de acumulação de percolado para posterior aspersão no solo, deverá ser definida a área, a taxa e a técnica de aplicação. As condicionantes para esta atividade deverão ser contempladas na licença da atividade principal (aterro);
 - no caso em que for previsto o tratamento do percolado, para posterior lançamento em corpo hídrico, o mesmo deverá atender aos padrões constantes da Resolução CONSEMA nº 128/2006, para os parâmetros: pH, cor, condutividade, DBO, DQO, Nitrogênio Total Kjeldahl, Fósforo, Mn e Fe.
 - f) para aterros de casca de arroz, será necessário um plano de prevenção e de combate a incêndios, elaborado por profissional habilitado, com a respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica - ART;
 - g) em casos em que for contemplada a disposição conjunta de casca de arroz e de cinzas, deverá ser prevista uma área de armazenamento temporário das cinzas, com vistas ao resfriamento das mesmas, com os devidos controles de minimização de percolado, de arraste pelo vento e de geração de particulados. Preferencialmente, tal área deverá estar localizada junto à unidade de queima da casca;
 - h) sistema de “selamento” do aterro, composto por uma camada de argila ou outro material inerte, após o esgotamento de cada módulo;
 - i) é recomendada a implantação de uma cortina vegetal no entorno da área prevista para a implantação do aterro.

2.3.3 Incorporação dos resíduos no solo em propriedades rurais - Alternativa 06

O gerador do resíduo deverá protocolar solicitação à FEPAM de licenciamento de operação (LO), conforme o código 3114,10 da Tabela de Atividades Passíveis de Licenciamento da FEPAM e formulário específico, observando, no mínimo, as seguintes diretrizes técnicas:

- O licenciamento desta atividade deverá contemplar um armazenamento provisório específico. A área de armazenamento do resíduo, a qual poderá ser junto à empresa geradora ou não, objetiva a necessidade de um local provisório para os períodos, quando não for possível realizar a aplicação, sendo as diretrizes do mesmo especificadas quando do projeto de licenciamento de incorporação em solo agrícola;
- A área de aplicação deverá, preferencialmente, ser de propriedade da empresa geradora do resíduo. No caso da área não pertencer à empresa geradora do resíduo (caso de arrendamento ou cedência), deverá ser apresentado documento que comprove a ciência do proprietário acerca da atividade a ser desenvolvida e da sua co-responsabilidade sobre o uso pretendido, além do cumprimento das exigências do licenciamento ambiental para utilização do resíduo na mesma;
- Em relação à localização da área de aplicação dos resíduos:
 - a) estar de acordo com o zoneamento municipal, não ferir a legislação de uso do solo e não haver restrições à atividade proposta, por parte do Município;
 - b) os municípios em cujas áreas serão pretendidas para as aplicações deverão dar ciência quanto ao recebimento dos resíduos em suas jurisdições, em observância a Lei Orgânica municipal;
 - c) possuir topografia suave, bem como manter de açudes e outros reservatórios artificiais, uma distância mínima de acordo com a Resolução CONAMA 302/2002 e de sangas ou de qualquer outro curso d'água, de acordo com a Resolução CONAMA N.º 303 de 20/03/20029;
 - d) possuir uma camada natural de solo insaturado, entre a superfície inferior da área de aplicação e o mais alto nível do lençol freático de, no mínimo 1 (um) metro, medido em período de maior precipitação pluviométrica da região;
 - e) ter acesso sob quaisquer condições climáticas;
 - Um plano para o transporte de tal forma que assegure que não haja perda de material durante a atividade de deslocamento;
 - Em relação à aplicação do resíduo no solo, atentar para:
 - a) preparação e manejo da área, incluindo medidas de controle de erosão e prevenção de contaminação da água superficial;
 - b) que o manejo de aplicação seja baseado em técnicas agronômicas e mediante um projeto, de acordo com as características da área e os volumes de resíduos, elaborado por profissional habilitado, com a respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica - ART;
 - c) a operação deverá ser controlada e registrada em planilha pelo responsável técnico.

2.3.4 Utilização em outros processos industriais já licenciados como carga ou matéria-prima - Alternativa 07:

A atividade de incorporação de resíduos industriais em produtos pressupõe o desenvolvimento de projetos de pesquisa piloto, em escala de bancada e em escala industrial, objetivando assegurar a viabilidade técnica e ambiental da proposta.

O gerador do resíduo, desta forma, deverá atender as diretrizes gerais e específicas constantes na Diretriz Técnica 001/2010 - "Diretriz Técnica para a Atividade de Incorporação de Resíduos Sólidos em Processos Industriais".

A unidade de terceiros que passará a receber os resíduos, ou seja, a unidade industrial que processará a casca de arroz e/ou cinza, após a aprovação da proposta pela FEPAM, deverá readequar o seu licenciamento ambiental.

2.4 Consumo de energia em Dom Pedrito

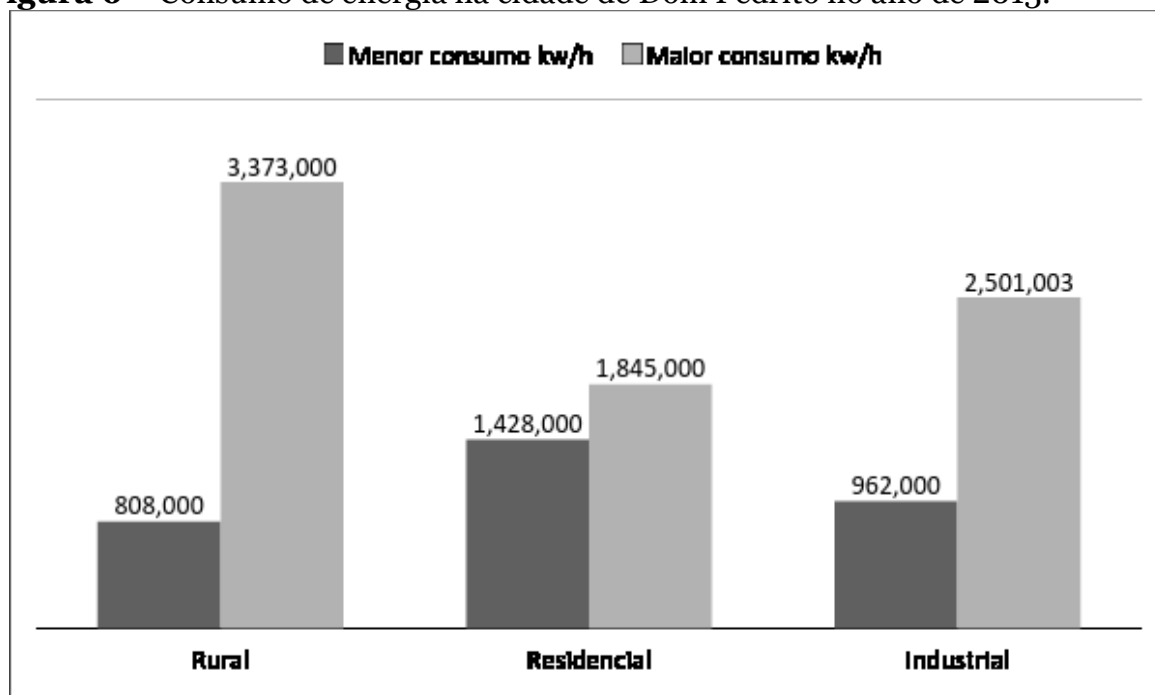
Dom Pedrito apresenta maiores e menores picos no consumo de energia devido ao setor agrícola, a utilização de bombas de irrigação das lavouras, os engenhos e as agroindústrias são os principais causadores dessa variação.

De acordo com dados da CEEE (2014), no ano de 2013 o mês que mais foi consumida energia foi fevereiro com 8.192.020 kW/h, devido ao começo da safra, os engenhos como citado anteriormente utilizam muita energia no processo de beneficiamento de seus produtos, já o mês com menor consumo foi outubro com 5.281.018 Kw/h.

Em 2013 o setor rural foi o que mais consumiu energia no município 27,69% do total, o setor residencial representou 24% do consumo, logo após aparece o setor industrial com 22,74% ou outros 25,57% representam o setor publico, a iluminação urbana, etc. (CEEE, 2013).

O gráfico a seguir apresenta o consumo de energia elétrica no município de Dom Pedrito, o setor rural apresenta a maior quantidade de consumo chegando a 3.373.000 kw/h.

Figura 6 – Consumo de energia na cidade de Dom Pedrito no ano de 2013.



Fonte: CEEE (2014).

3 Resultados e discussões

Neste capítulo serão discutidos os dados obtidos através do estudo de caso realizado na empresa Coradini Alimentos Ltda. localizada no município de Dom

Pedrito. O estudo foi feito com base na utilização da casca de arroz para geração de energia para secagem do arroz.

3.1 A empresa

A empresa Coradini Alimentos foi fundada em 1964 na cidade de Caçapava do Sul, em 1975 a empresa mudou-se para Bagé, em busca de melhores condições de mercado. Em 1983 a empresa chegou a Dom Pedrito onde construiu a Coradini Alimento filial Dom Pedrito. O processo produtivo da empresa é de alta qualidade, com equipamentos de última geração o que faz com que os produtos Coradini Alimentos sejam comercializados em praticamente todo território nacional.

3.2 Produção e Consumo de Casca de arroz

Atualmente a empresa Coradini Alimento filial Dom Pedrito produz por ano em média 3.481 toneladas de casca de arroz, toda essa quantidade provém do beneficiamento de arroz da própria empresa na unidade de Dom Pedrito arroz esse que é recebido dos produtores rurais da região. O mesmo foi observado por Silva e Ruggero (2014), quando afirmam que o Brasil é um grande produtor de produtos agrícolas, e que na maioria das vezes seus resíduos são utilizados como fonte energética.

O processo de utilização da casca na unidade Dom Pedrito já está em funcionamento a aproximadamente 10 anos. Possibilitou que a empresa diminuísse os custos com transporte e armazenamento da casca sendo assim, o único custo atual é com o transporte para a unidade de Dom Pedrito para a matriz na cidade de Bagé onde vem sendo utilizada na produção de energia elétrica.

A utilização da casca de arroz para geração de energia, calórica ou elétrica, fez com que os custos com a compra de lenha para os secadores seja nula, pois existe grande oferta de casca de arroz obtida no processo de beneficiamento realizado pela empresa. A diminuição de custos apresentada por Wohlenberg, Costa e Blos (2011) decorrente da análise da empresa Camil, após a empresa aderir ao processo de queima da casca para geração de energia, corrobora os resultados encontrados neste trabalho.

Além do que, não foram necessárias adaptações na estrutura utilizada para a queima da casca, pois os fornos utilizados para a queima da lenha permitem o uso direto da casca de arroz, a contratação de mão de obra especializada também não foi necessária, inclusive foi reduzida a quantidade de operadores passando de 2 para apenas 1 encarregado.

No período que compreende a época pós colheita, a empresa utiliza para o beneficiamento do grão de arroz 1,5 toneladas de casca por hora em cada fornalha, ao total são quatro fornalhas em funcionamento o que compreende seis toneladas por hora de casca queimada, o processo dura em torno de 8 a 9 horas por dia. Estima-se que ao final de cada dia sejam utilizadas em média 50 toneladas de casca de arroz, o que resulta em aproximadamente 160.000.000 kcal de energia gerada na época de safra.

Na unidade de Dom Pedrito a casca tem função de gerar calor através da combustão, energia calórica, para a secagem do grão de arroz, porém na unidade matriz em Bagé é empregada para a geração de energia elétrica.

3.3 Descrição do processo

O grão de arroz chega à empresa com um alto teor de umidade, geralmente ele é transportado para a empresa logo após a sua colheita, o primeiro passo é a realização da pesagem da carga. Após a pesagem o grão é levado para as moegas e logo após para as máquinas de pré-limpeza. Após a realização do processo de pré limpeza o grão de arroz é levado para a secagem, nesse momento os secadores em funcionamento então utilizando energia calórica gerada por cascas de beneficiamentos anteriores a este.

Após ser feita a secagem do grão de arroz ele vai para os silos armazenadores. Depois dessa etapa o grão volta para as moegas e posteriormente para as máquinas de pré-limpeza, onde é realizada outra limpeza, depois de todo esse processo o grão de arroz é levado para os descascadores, onde se separa a casca do grão, decorridos todos esses processo esse é o que define o destino da casca.

A casca obtida a partir do processo de descascamento tem três destinos: Venda para a InterCemente. Envio para Coradini Alimentos matriz localizada em Bagé e armazenamento para a futura utilização nas fornalhas a fim de se obter a energia necessária.

Ao fim do processo as cinzas resultantes são disponibilizadas gratuitamente para os produtores rurais do município, a fim de que os mesmos possam utilizá-las na adubação do solo.

O processo de geração de energia térmica utilizado pela empresa é semelhante ao apresentado por Vale (2014), que explica o processo de combustão onde após a geração de gases, é produzido vapor superaquecido empregado na secagem. Após o vapor ser resfriado e filtrado, para a retirada das cinzas, com o emprego de ciclagem e filtro de manga, é descartado de forma adequada pelas chaminés.

3.4 Destino do Excedente de casca

Após o processo de descascamento as cascas ficam armazenadas no depósito da empresa de onde saem direto para queima na fornalha ou para os caminhões que fazem o transporte da mesma, ao total são despejadas três toneladas de casca por hora em períodos pós colheita.

A casca excedente tem dois destinos ecologicamente corretos:

Ela é vendida para a InterCement localizada na cidade de Candiota-RS, empresa fabricante de cimento e derivados, esta também queima a casca, e utiliza as cinzas para incorporar no seus produtos gerando agregação de valor, e reconhecimento frente as questões ambientais. Hoffmann (2014) explicou que a cinza pode ser incorporada ao cimento com sucesso devido ao seu baixo custo em substituição a areia, ou é transportada para a Coradini Alimentos matriz localizada no município de Bagé, onde a casca é transformada em energia elétrica.

A energia elétrica gerada pela matriz é distribuída na rede da concessionária de energia elétrica da cidade de Bagé, o montante lá gerado é abatido na conta de luz da unidade de Dom Pedrito. Diminuindo a necessidade de utilização de combustíveis fósseis para a geração da energia e que vai ao encontro do que dizem Silva e Ruggero (2014) “o Brasil tem uma grande disponibilidade de resíduos agrícolas, os quais podem e muitas vezes são utilizados para a obtenção de energia através da queima”.

Além de ser vendida e gerar lucro, ou ser queimada e gerar energia, o fato da casca não estar sendo depositada em aterros é de grande importância, pois com isso está evitando a liberação de metano na atmosfera proveniente do mau descarte da mesma, isso vai ao encontro do que afirma Hoffmann (2014) “Essa é uma alternativa praticável, viável e ética do ponto de vista tecnológico, econômico e ecológico, basta que exista tecnologia”.

3.5 Destino das Cinzas

Os destinos das cinzas resultantes da queima da casca são:

O envio para pequenas propriedades rurais do município, sem nenhum custo de compra para os produtores, onde são usadas para adubação do solo, já que ajudam a decompor a matéria orgânica, diminuem a acidez do solo e apresentam um alto teor de potássio; e o outro destino é a empresa Cerâmica AP Ltda. localizada em Bagé.

Devido à melhoria dos processos de purificação aumentou a possibilidade de se utilizar a cinzas na formação de diversos materiais tanto os mais tradicionais como tijolos, cimento, até as aplicações de alto desempenho.

Assim como Hoffmann (2014) apresentou a possibilidade de utilização da casca para fabricação de isolantes e cimento, bem como incorporar as cinzas ao solo, a Coradini Alimentos auxilia os pequenos produtores do município para que os mesmos possam diminuir seus custos de produção, incorporando-as ao solo devido às suas potencialidades.

3.6 Lenha versus Casca de arroz

Fazendo um comparativo entre a utilização da lenha, e a utilização da casca de arroz para secagem, observou-se que a casca de arroz possui um poder calorífico em média de 3200 Kcal/Kg, 1/3 maior que o da lenha comercial que pode chegar a 2500 Kcal/Kg. Por outro lado, a lenha apresenta emissão de calor mais uniforme que a casca, com pouca oscilação de temperatura o que resulta em um melhor controle. A casca apresenta ainda peso inferior, umidade mais baixa, facilidade de armazenamento, é toda proveniente do próprio beneficiamento.

A utilização de casca de arroz é vista como um grande avanço, pois ela não apresenta custos com compra do combustível lenha, diminuiu a necessidade de transporte para os locais de armazenamento, e principalmente diminuiu o fator poluição ambiental, já que a casca ao ser descartada em aterros libera grande quantidade de gases poluentes, a lenha por sua vez necessita de mais um funcionário e apresenta custos com compra da mesma, assim como Vale (2014) que afirma que o principal motivo da casca ser uma grande poluidora é sua lenta degradação.

Figura 10 – Algumas Especificações da casca de arroz e da lenha.

Item	Casca de arroz	Lenha
Poder calorífico Inferior (Kcal/Kg)	3200	2200 ~ 2500
Peso Específico (Kg/m ³)	130	600
Umidade (%)	12	25 ~ 30
Armazenamento	Depósito (figura 9)	A céu aberto
Disponibilidade	De acordo com o arroz beneficiado	Vários distribuidores licenciados
Mão de obra necessária	Um funcionário	Dois funcionários

Equivalência	1t briquetes	4,27 m ³
--------------	--------------	---------------------

3.7 Melhorias no processo de queima e secagem

Segundo especialista da empresa no assunto, a casca do arroz é uma das melhores alternativas para a secagem, pois reduz o montante de casca gerado acabando com um grande problema ambiental, além dos problemas acima citados.

Esse pensamento vai ao encontro ao que diz Wohlenberg, Costa e Blos (2011), que essa é uma ótima alternativa para acabar com o descarte da casca em aterros, para minimizar a emissão de poluentes, e para cortar gastos com transporte.

Existem melhorias que podem ser realizadas no processo a fim de ficar mais eficiente, segundo o mesmo ao invés do arroz ser secado diretamente pelo calor gerado pela queima da casca em fornalhas, ele poderia ser secado pelo vapor da água aquecida com a queima da casca, tomando como exemplo um radiador automotivo, porém ao contrário, ao invés de esfriar a água, ela seria aquecida e seu vapor utilizado para a secagem do grão.

A mudança no processo conseqüentemente geraria um calor mais uniforme assim como a lenha, tornando a casca ainda mais eficiente, porém esse processo necessitaria de modificações na estrutura e possivelmente aumento da mão de obra, e ainda não foi feita uma análise de viabilidade do projeto.

Esse processo consiste no sistema mais básico para se obter calor, a casca obtida no processo de beneficiamento vai para uma fornalha onde é queimada, e o ar quente ali gerado é destinado aos secadores onde está o grão de arroz.

Esse processo é um pouco diferente do primeiro, a casca é queimada na fornalha para gerar fogo, o fogo por sua vez esquenta a água, quando a água chegar na temperatura ideal ela vai liberar o vapor que vai ser utilizado nos secadores para a secagem do arroz, esse processo gera um calor mais uniforme que é melhor para a secagem dos grãos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a entrevista realizada e os objetivos alcançados ficou evidente que a utilização da casca de arroz para geração de energia é uma alternativa ecologicamente correta e de grande valor para um problema de âmbito mundial, com a queima da casca de arroz resolveu-se um grande problema ambiental causado pela liberação de gases prejudiciais ao meio ambiente decorrentes do descarte incorreto da mesma.

Na empresa estudada devido a grande quantidade de arroz beneficiado antes do processo ser adotado a casca gerava grandes custos com transporte e armazenamento, necessidade da compra de lenha e de uma maior mão de obra, porém depois que o processo foi adotado o custo diminuiu, a necessidade de compra de lenha acabou e a necessidade de mão de obra reduziu, além disso possibilitou a geração de energia elétrica que hoje em dia é um dos principais fatores para se medir a qualidade de vida das pessoas.

REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica - 2ª Edição.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/download.htm>>. Acesso em: 20/nov/2014.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil.** Disponível em: http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par1_cap2.pdf>. Acesso em: 13/nov/2014.

BAJAY, S. V.; FERREIRA, A. L. **Aspectos do Agronegócio no Brasil.** Ijuí: Editora Unijuí, 2008.

BIODIESELBR. **Gaseificação.** Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/energia/biomassa/gaseificacao.htm>>. Acesso em: 12/dez/2014.

BRUM, A. L.; PORTELA, E. F. M. **Aspectos do Agronegócio no Brasil.** Ijuí: Editora Unijuí, 2008.

CEEE. Companhia Estadual de Energia Elétrica. **Balanco Energético do Rio Grande do Sul 2013.** Disponível em: <http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/archives/BERS2012/Balanco_Energetico_RS_2013_base_2012.pdf>. Acesso em: 04/dez/2014.

FEPAM. **Diretriz Técnica nº 002/2011 – dirtec**

FERNANDES, L.; SABINO, M. G.; ROSSETTO, H. L. Método de extração de sílica da casca do arroz. *Cerâmica* 60 (2014) 160-163. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v60n353/22.pdf>>

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Editora Atlas, 2010.

GRUPO PILLECO NOBRE. Disponível em: <<http://www.pileconobre.com.br>>. Acesso em: 21/01/2015.

HALL, D. O.; HOUSE, J. I.; SCRASE, I. **Aspectos do Agronegócio no Brasil.** Ijuí: Editora Unijuí, 2008.

HOFFMANN, R., JAHN, S. L., BAVARESCO, M., SARTORI, T. C. **Aproveitamento da cinza produzida na combustão da casca de arroz:** estado da arte. Santa Maria.

IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. **Produtividades municipais - safra 2013/14.** Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/upload/20140903105722produtividade_municipios_safra_13_14_versao_final.pdf>. Acesso em: 28/nov/2014.

KNÖDLSIEDER, MARKUS. **Projeto de geração de energia da Biomassa da Camil Itaquí.** Munique, 2005.

LOPES, Marina. **São Borja terá termelétrica de biomassa de arroz a partir de julho.** Disponível em: <[http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticia/2010/03/sao-borja-tera-](http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticia/2010/03/sao-borja-tera-60)

termeletrica-de-biomassa-de-arroz-a-partir-de-julho-2852524.html>. Acesso em: 02/dez/2014.

LUDWIG, R.; ARAUJO, A. S.; PUTTI, F. F. Usina termelétrica a partir da casca do arroz. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**. v.8, n.7, 2012.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

MAYER, Flávio Dias; HOFFMAN, Ronaldo; RUPPENTHAL, Janis E. **Gestão Energética, Econômica e Ambiental do Resíduo Casca de Arroz em Pequenas e Médias Agroindústrias de Arroz**. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/124.pdf>. Acesso em: 25/nov/2014.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Biomassa**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/biomassa>>. Acesso em: 09/nov/2014.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira: Exercício de 2013**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/boletins_de_energia/boletins_atuais/03_-_Resenha_Energetica_Brasileira.pdf>. Acesso em: 18/nov/2014.

SILVA, M. J. M.; RUGGERO, P. A. **Gaseificação**. Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/gaseif/gaseif.html>>. Acesso em: 12/12/2014.

TRIGUEIRO, André. **Biomassa já responde por quase 10% de toda a matriz energética do Brasil**. Disponível em: <<http://www.mundosustentavel.com.br/2014/10/biomassa-ja-responde-por-quase-10-de-toda-a-matriz-energetica-do-brasil/>>. Acesso em: 5/12/2014

VALE, C. S. A.; DWECK, J.; CAST. ELLÓ, M. L.; VIANA, M. M.; IX congresso brasileiro de análise térmica e calorimetria. **Estimativa da eficiência de queima de casca de arroz durante o processo de sua combustão industrial**. São Paulo, 2014.

WOHLENBERG, J.; COSTA, T. V. A. M.; BLOS, H. D.; IX Encontro Nacional da ecoeco. **Mudanças climáticas e geração de energia renovável à biomassa: O caso da Camil Alimentos S/A**. Brasília, 2011.

*Submetido em 17/05/2016
Aprovado em 01/05/2017*

Sobre o(s) Autor(es):

Osmar Manoel Nunes

Doutor em Desenvolvimento Regional, Professor Adjunto Unipampa – Coordenador Curso Superior em Tecnologia em Agronegócio, Dom Pedrito/RS.

Email: osmarnunes@unipampa.edu.br

Gustavo da Rosa Borges

Doutor em Administração, Professor Adjunto Unipampa – Curso Superior em Tecnologia em Agronegócio, Dom Pedrito/RS.

Email: gustavoborges@unipampa.edu.br

Janaina Wohlenberg

Mestre em Tecnologia Ambiental, Professora Assistente Unipampa – Curso Superior em Tecnologia em Agronegócio, Dom Pedrito/RS.

Email: janawohlenberg@unipampa.edu.br

Eduardo Dias Rodrigues

Tecnólogo em Agronegócio, Unipampa, Dom Pedrito/RS.

Email:

Laureane Rangel Mathias

Administradora, Urcamp Dom Pedrito.

Email: laureanemathias@hotmail.com

Luthieli Lopes

Acadêmica do Curso Superior em Tecnologia em Agronegócio, bolsista no Grupo PET- Agronegócio – Unipampa, Dom Pedrito/RS.

Email: luthieli_ls_@hotmail.com