

**QUEIMA DE CASCA DE ARROZ PARA GERAÇÃO DE ENERGIA: ESTUDO DE CASO
PARA UMA REGIÃO DO ESTADO DO MATO GROSSO - BRASIL**

MATHEUS AUGUSTO FEIX LEWIN
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

JERONIMO ALVES DOS SANTOS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR)

MARTA CRISTINA MARJOTTA-MAISTRO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR)

ADRIANA ESTELA SANJUAN MONTEBELLO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR)

Agradecimento à órgão de fomento:
Não houve órgão de fomento.

QUEIMA DE CASCA DE ARROZ PARA GERAÇÃO DE ENERGIA: ESTUDO DE CASO PARA UMA REGIÃO DO ESTADO DO MATO GROSSO - BRASIL

1. INTRODUÇÃO

Ao ser comparada a produtividade e as formas de cultivo na região em estudo, percebe-se o avanço que a agricultura teve nos últimos anos. A economia da região norte mato-grossense, passou por várias etapas e por diferentes atividades, desde a exploração mineral e vegetal com exploração da madeira nobre e grandes derrubadas das florestas nativas para criação extensiva de gado (MARINHO, et al, 2016).

O processo de ocupação e transformação econômica no Brasil ocorreu devido aos programas governamentais para colonizar os locais ainda não explorados no país, no governo Getúlio Vargas em 1937, com o objetivo de construir e implantar infraestrutura que tornasse possível o acesso às regiões; e aos “programas de colonização” dos anos 60, com o objetivo de ocupar por meio de processos migratórios de “sulistas” e “nordestinos”, a região amazônica (FERNÁNDEZ, 2008). Mas, as ocupações das terras do Centro Oeste, em especial o Mato Grosso, tiveram grande avanço a partir da década de 60, com incentivos federais para ocupar a região, a princípio destinadas aos sulistas. Terras estas que não eram de boa qualidade e com agravantes para a produção como doenças tropicais e falta de infraestrutura (ALMEIDA 1997, apud PIPPI, 2005).

O Mato Grosso está entre os estados que mais produzem no setor agropecuário brasileiro, aumentou a área produtiva, e com isso também a agroindustrialização. Para se ter ideia da dimensão deste processo de expansão agrícola, tomando apenas a soja como exemplo, dados mostram que, em 1970, o Mato Grosso tinha apenas 2% da produção brasileira, já, em 2003, representava 60% da produção nacional (EMBRAPA, 2018).

Este crescimento supracitado continua. A região Centro-Oeste teve expansão bem acima da média brasileira com mais de 32% de crescimento, o que levou ao aumento da participação da região no total das exportações realizadas no país. Destaque para o Mato Grosso, que foi o maior exportador da região com US\$ 10,7 bilhões, sendo 64,2% desse valor oriundos das vendas externas do complexo soja. No ano de 2012, o Mato Grosso se tornou o principal estado produtor de soja do país (BRASIL, 2012).

Assim como se deu com a soja, o cultivo do arroz também cresceu e merece destaque no cenário nacional. Ainda que todas as regiões brasileiras tenham condições de cultivar o arroz, o estado do Rio Grande do Sul concentra 60% da produção do país (MARTINS, 2010).

No entanto, a realidade produtiva do estado do Mato Grosso para a produção de arroz mudou a partir de 2013. Segundo a Conab, a alta da produção aumentou em função da produtividade, chegando a 3,2 mil Kg, além da expansão da área cultivada de 166,3 mil hectares para 176,3 mil naquele ano. Isso fez o Mato Grosso figurar entre os estados mais produtores do grão no cenário regional e nacional (FLORESTANET, 2014).

Já em 2017, a expansão da área cultivada de arroz no país passou de 3,9% para 16,2%, sendo o Mato Grosso o estado que mais ampliou sua área, tornando-se o maior produtor nacional. Destaca-se que o estado participou com 26,2% do total da produção nacional, seguido dos estados do Paraná, com 17,2% e do Rio Grande do Sul, com 15,1% da produção (BRASIL, 2017).

No entanto, com aumento de produção na agropecuária e, conseqüentemente, no beneficiamento desses produtos, são gerados resíduos que precisam ter destinação correta, seja para o aproveitamento industrial ou gerando novos produtos, aumentando a margem de

lucro para o agricultor ou agroindústria. Em alguns casos do processo de industrialização, os resíduos já foram destinados a subprodutos, reincorporados ao sistema em forma de alimentos para humanos e animais, como são os exemplos da industrialização da soja e também da industrialização de carnes (EMBRAPA, 2018).

Esta não é a realidade da industrialização do arroz, que tem em seu resíduo a casca. Casca esta de difícil degradação, tornando-se um problema a ser resolvido pelas agroindústrias envolvidas no processo, e que implicam em problemas de ordem ecológica e sustentável. No caso do arroz, com o aumento da produtividade, ocorre também o aumento de resíduos advindos do beneficiamento do produto. Problema este que se intensifica devido ao local para descarte do resíduo, pois a casca de arroz não se decompõe com facilidade em curto prazo (MAYER, et al, 2007).

Uma das alternativas utilizada para descarte do resíduo do arroz é a doação para produtores de aves, que utilizam a casca como forro para os aviários, mas que fazem essa troca em espaços de tempo não o suficiente para absorver todo o resíduo gerado pelas beneficiadoras (ORRICO, et al, 2015).

Uma possível alternativa seria o autoconsumo deste resíduo, que tem sua viabilidade na implantação de caldeiras a vapor, geradoras de energia, que são sustentadas com a combustão da casca do arroz in natura.

Aplica-se o termo in natura neste trabalho, devido a outros modelos de utilização da casca de arroz que são transformadas em Briquetes, mas que teriam o custo para esta industrialização (D'ANDRÉA, 2016), podendo este custo ser evitado, utilizando a queima direta do resíduo nas caldeiras.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo principal apresentar a problemática gerada com a produção dos resíduos (casca de arroz), advinda do beneficiamento de arroz. Os objetivos específicos são: a) Entender o processo produtivo e o aumento da produção e beneficiamento do arroz em Mato Grosso; b) Apresentar o problema do descarte da casca de arroz para o meio ambiente; c) Entender o funcionamento e a viabilidade da implantação de caldeiras a vapor, movidas com a combustão da casca de arroz in natura.

2. METODOLOGIA

Na metodologia deste trabalho, levou-se em consideração Bardin, 1977 e Minayo, 1994, (apud BAGGIO, 2007) dizendo que a metodologia de um trabalho é um conjunto de análises das comunicações que visam ser alcançadas, e que são feitas por meio de um sistemático e objetivo método (quantitativos ou não) que permitirá obter os conhecimentos referentes às condições de produção/recepção do propósito pesquisado.

Assim, para se entender a problemática gerada com a produção dos resíduos (casca de arroz), advinda do beneficiamento de arroz, considerou-se o tipo de pesquisa qualitativa descritiva como ideal aos objetivos propostos. O tipo de pesquisa foi qualitativo porque, segundo André (1995), nesse tipo de estudo se “ênfatiza o conhecimento do particular. O interesse do pesquisador ao selecionar uma determinada unidade é compreendê-la como uma unidade”.

2.1 Tipo de estudo

Quanto ao tipo de estudo, para coletar dados primários para a pesquisa, a pesquisa de campo é considerada apropriada. Gil (2008) diz que a mesma procura-se aprofundar no entendimento de uma realidade específica. De acordo com Moresi (2003), é “[...] realizada no

local onde ocorre ou ocorreu o fenômeno ou que dispõe de elementos para explicá-lo. Pode incluir entrevistas, aplicação de questionários, testes e observação participante ou não”.

Além do estudo da pesquisa de campo, onde foram obtidos os dados primários, os dados secundários foram obtidos pelo estudo bibliográfico, ou seja, foram consultados, livros, artigos e revistas, tanto para fazer a fundamentação teórica, quanto para análise dos dados. E é um estudo exploratório porque Gil (2008) diz que é muito utilizado em estudos onde o objetivo é “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito [...] de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado”.

2.2. Levantamento de dados

A pesquisa foi realizada buscando apresentar a problemática gerada com a produção dos resíduos (casca de arroz), advinda do beneficiamento de arroz. O levantamento dos dados foi feito primeiramente pela coleta dos dados, utilizando a coleta de dados primários e secundários:

- Dados primários: foram coletados com dados pesquisados no mercado, coeficientes encontrados na região de estudo do setor de beneficiamento de arroz, e da observação e funcionamento de uma caldeira sustentada pela combustão da casca de arroz.

- Dados secundários: foram obtidos através de revisão bibliográfica, utilizando-se de materiais já publicados, composto por livros, artigos de periódicos, revistas, também de materiais disponibilizado na Internet.

Com base em dados, estabeleceu-se a análise econômica do investimento, onde a análise se baseia no lucro pretendido por uma empresa. O objetivo é o de qualificar o lucro pretendido dentro de um espaço de tempo determinado.

2.3 Análise dos dados

A partir dos dados coletados, procedeu-se a análise dos dados, que levou em consideração a entrevista com o empresário, a observação do funcionamento da caldeira e a elaboração de uma planilha de custos de implantação, produtividade e vantagens do processo da geração de energia, e a confrontação dos dados com a revisão de literatura, assim, a análise dos dados foi feita fazendo a verificação da problemática gerada com a produção dos resíduos (casca de arroz), advinda do beneficiamento de arroz.

A depreciação apresentada seguiu o cálculo levando em consideração o tempo de vida útil do equipamento. Tomou-se como método de depreciação a depreciação linear. A fórmula para calculá-la foi: $D = (VI - VR) \div N$, em que VI é o valor inicial do equipamento; VR é o valor residual e N é a vida útil do equipamento.

Os indicadores obtidos no processo analisado, seguiu a análise de retorno obtido pelo negócio, utilizando os índices VPL, TIR, PAyBack descontado, Taxa de juros TMA.

O cálculo do TMA é feito tendo por base a taxa aplicada como base do empréstimo previamente aprovado e, também, para realizar o cálculo do TMA: $TMA = Taxa \text{ de Juros } \times \text{ Retorno } s/ \text{ a taxa de juros.}$

Para encontrar os valores de ‘VPL’ tem-se a seguinte expressão:

Sendo que:

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0 = \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n} - FC_0$$

FC_0 = Investimento Inicial
 i = Taxa de desconto
 j = Variável tempo
 n = Tempo de desconto no último fluxo de caixa

3. BREVE HISTÓRIA DA ECONOMIA NO MATO GROSSO E A EVOLUÇÃO DA CULTURA DE ARROZ

Sob o domínio sucessivo de Cuiabá, Corumbá e Campo Grande, desde a descoberta do ouro no ano de 1719 até o declínio da mineração no final do século XVIII, o estado do Mato Grosso cresceu com a colonização por meio de migrações. Cuiabá foi a capital da província de Mato Grosso, até a histórica divisão em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul no ano de 1977. As dificuldades de comunicação causaram certo isolamento dessa região, pois eram distantes dos centros populosos. Para se chegar até estas localidades, existiam trilhas e navegação fluvial. Com a implantação da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil de Bauru a Porto Esperança, em 1914, houve crescimento populacional, porém no estado do Mato Grosso do Sul, a pecuária bovina de grandes fazendeiros não estimulou o desenvolvimento desta região. Durante o governo de Getúlio Vargas (1930 a 1945) este estabeleceu o programa “Marcha para o Oeste”, onde o objetivo era o aproveitamento da região. Porém, foi apenas com a construção de Brasília no ano de 1961 e a abertura de estradas de rodagem (Acre-Brasília, passando por Cuiabá e Porto Velho), que a região do Centro-Oeste passou a ser mais estimulada (VIALOU, 2006).

A região Centro-Oeste até 1950 era constituída por territórios indígenas, formado por cerca de cinquenta povos, com culturas, línguas, rituais e afins, não podendo ser considerada um “espaço despovoado” como citado por Getúlio Vargas, no discurso de apresentação ao seu programa Marcha para o Oeste. (FERNÁNDEZ, 2008)

Para Murtinho (2009) analisando a economia sustentada no Mato Grosso, encontra-se que o estado já foi caracterizado pelo extrativismo mineral e vegetal em sua história econômica, e também pela agropecuária. Na década de 60, o Governo Federal percebeu a potencialidade comercial da soja. A produção de aves e suínos no país era grande neste mesmo período e gerou uma grande demanda de farelo de soja. O preço da soja subiu no mercado internacional na década de 70, fazendo-se, assim, os agricultores interessarem-se ainda mais por ela. Com isso, foi investido em pesquisas para melhoramento genético da soja para que ela pudesse ser plantada em baixas latitudes como no Mato Grosso. Inicialmente foi cultivada no cerrado da região de Cuiabá (MURTINHO, 2009).

Desde o início da colonização das terras do Centro-Oeste, citando, neste caso, especialmente o Mato Grosso, as terras inicialmente destinadas aos sulistas, de modo geral, não eram de boa qualidade. Os colonizadores também enfrentaram grandes dificuldades, como doenças tropicais, entre elas a malária e também a falta de infraestrutura. No entanto, a chamada “Nova Fronteira Agrícola”, como a região ficou conhecida, se desenvolveu com infraestrutura, incluindo a abertura de estradas vicinais e a construção de pontes (FERNÁNDEZ, 2008).

Os colonizadores que enfrentaram toda uma gama de dificuldades, hoje são empresários rurais conhecidos e reconhecidos regional, nacional e até internacionalmente pelo trabalho, pela produção e pelo patrimônio que acumularam nestes anos (LEWIN, 2014).

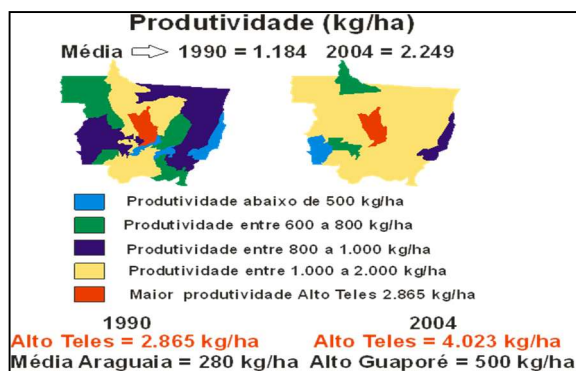
Assim, analisando a economia sustentada no Mato Grosso, que já foi caracterizado pelo extrativismo mineral e vegetal em sua história econômica, e também pela agropecuária, hoje é reconhecida pela sua potencialidade produtiva e comercial, entre estes potenciais produtivos, destaca-se a produção de arroz (MENDES, 2006 apud Murtinho, 2009). Em 1978, o arroz sequeiro já representava cerca de 75% da produção do Brasil (IICA, 1978).

A produção de arroz apresenta tendência constantemente evolutiva, sendo uma cultura de produção versátil, pois se adapta à diferentes regiões do mundo, ao clima e ao solo. O maior produtor mundial deste cereal é a China, sendo o arroz importante e indispensável gênero alimentício dos asiáticos. (MARTINS, 2010)

Apesar de muitas regiões brasileiras terem condições de cultivar o arroz, embora de forma eficaz, como ocorre no Rio Grande do Sul, que já foi detentor de estado com maior produção nacional, outras áreas tem sido promissoras, como ocorre com a região do Centro-Oeste (MARTINS, 2010).

Na Figura 1, é apresentado a produtividade de arroz, no estado de Mato Grosso, entre os anos de 1990 e 2004. Nota-se que em 1990, a produtividade em kg/ha passou de 2.865 para 4.023 kg/ha em Alto Teles. Desta forma, a produção de arroz no estado do Mato Grosso teve um considerável aumento no que diz respeito à produtividade em comparação com a década de 90.

Figura 1 - Produtividade de arroz no estado de Mato Grosso entre os anos de 1990 e 2004.



Fonte: IBGE/PAM adaptado por Ferreira (2005).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. A sustentabilidade em pauta

Uma das definições de sustentabilidade, segundo a ONU, seria aquela que atende às necessidades das gerações atuais sem implicar nas gerações futuras. Toda ação deve manter as condições de vida na terra prezando pela continuidade da mesma, atendendo as necessidades da geração, tanto as de agora quanto as que virão, mantendo o capital natural e enriquecendo em sua capacidade de regeneração, co-evolução e reprodução (BOFF, 2012).

Aplicando a sustentabilidade, não se deve apenas focar no aproveitamento de áreas que estão degradadas para produção de grãos, mas também dos resíduos advindos deste processo produtivo. Com a produção da soja, por exemplo, são aproveitados todos os resíduos como forma de alimentação, quer seja o óleo extraído do grão, bem como os resíduos para produção de ração, etc. (MURTINHO, 2009).

No caso da produtividade e beneficiamento do arroz, é grande o resíduo do produto, que é a casca do arroz, onde cerca de 22% do total do arroz beneficiado, se transforma em resíduos. Quando descartados em aterros, o período médio de decomposição tem cerca de 5 anos (MAYER; CASTELLANELLI e HOFFMANN, 2007).

Desta forma, é necessário pensar a relação entre economia e meio ambiente e reaproveitar os resíduos do processo produtivo como forma de unir a sustentabilidade econômica e ambiental.

A alternativa viável parece ser então o autoconsumo deste resíduo, que tem sua viabilidade na implantação de caldeiras a vapor, geradoras de energia, que são sustentadas com a combustão da casca do arroz in natura. Aplica-se o termo in natura aqui, por utilizar a casca de arroz da forma que sai do processo de beneficiamento do arroz, não tendo que passar por outros meios de industrialização, que teriam custos, podendo ser evitado, utilizando a queima direta do resíduo nas caldeiras (D'ANDRÉA, 2016).

Surge então o problema advindo das questões ecológicas e as instituições fiscalizadoras, instituições estas que surgiram com o objetivo de defender o meio ambiente dos impactos do manejo inconsequente, sendo de grande valia para que se tente preservar o meio ecológico, criando um desenvolvimento sustentável (PUGNAT, 2005).

Assim, a meta para o desenvolvimento sustentável, carecia de um modelo que fizesse uma espécie de relação com o ambiente econômico e físico, e que significasse um reconhecimento, nos limites da sustentabilidade, de origens não só naturais como estruturais. Sendo essa sustentabilidade um processo de interligações entre movimentos sociais, mudanças sociais e políticas mais efetivas (BECKER, 1994 apud PUGNAT, 2005).

4.2. Funcionamento e viabilidade da caldeira a vapor

A estrutura de montagem e o funcionamento de uma caldeira, por ser um equipamento que tem sido utilizado de forma intensa na indústria. Sendo um equipamento que tem como objetivo a geração de vapor, que transformam a água em vapor água, e que utiliza neste processo a queima de materiais de boa combustão (WAGNER, 2015).

Os tipos de caldeiras dependem do objetivo que se espera de seu uso e basicamente existem os tipos Flamotubular e Aquatubulares. Na caldeira Flamotubular, os resíduos que são utilizados para combustão, onde o calor circula pelo interior dos tubos, que por sua vez, ficam imersos na água a ser vaporizada para gerar energia. Já o tipo Aquatubulares é a água a ser vaporizada que circula pelos tubos, sendo que os produtos de combustão ficam no exterior destes (STROBEL, 2018).

Wagner (2015), afirma que, quando começou a Revolução Industrial, o tipo mais comum de caldeira era a Flamotubular, com tubo de fogo, onde canos atravessavam um tanque de água, o fogo, advindo da queima de carvão ou madeira, atravessavam os canos, esquentavam a água no tanque, que por sua vez gerava o vapor que movimentavam as máquinas.

As caldeiras são compostas de diversos elementos, onde os principais são:

Tubulão: compostos de peças fabricadas em aço carbono, de baixa liga. Existem os tubulões superiores e os inferiores, que funcionam como reservatórios de água, tanto no estado líquido como gasoso. Superaquecedor: compostos de Tubos lisos, também conhecidos como serpentinas, onde ficam fluxos dos gases de combustão, portanto, é a parte mais quente do equipamento. Feixe tubular: feixes de tubos que servem para manter a pressão interna, que independentemente da forma que trabalhem, os feixes tubulares mantêm essa pressão interna, assim, tem-se a total eficácia na movimentação de calor. Paredes d'água: revestem a fornalha e tem como objetivo absorver o calor da chama, onde vaporiza a água no interior dos tubos ocorrendo a troca térmica, que como consequência, aumenta a eficácia geral da caldeira aquatubular em atividade. Fornalha: câmara de combustão, onde é queimado o combustível (TORINO SOLUZIONI AMBIENTALI, 2018).

Além destes itens supramencionados, existe uma estrutura montada para atender a demanda e o bom funcionamento das caldeiras. No caso da caldeira citada neste trabalho, que utiliza a queima da casca de arroz como combustível, essa casca é armazenada em grandes

silos. No processo de beneficiamento do arroz, a casca é separada e conduzida para fora através de grandes exaustores, que “sugam” essa casca e a conduzem por meio de canos aos silos de armazenagem (Figura 2).

Figura 2 - Silos de armazenagem da casca do arroz, a seta indica a entrada da casca de arroz direto do beneficiamento.



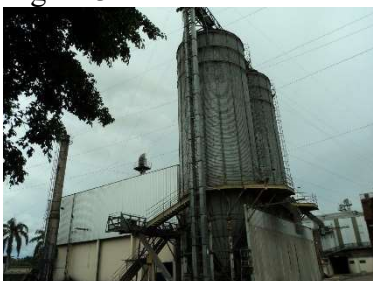
Fonte: Elaboração própria (2018).

Na parte de baixo destes silos, que terminam em forma cônica, passam esteiras que conduzem a casca de arroz até a boca da fornalha, conforme mostrado Figura 3.

Segundo Urbano (2018), 20% do arroz in natura quando beneficiado se transforma em casca, ou seja, de cada tonelada de arroz, 200 kg são resíduos em forma de casca.

O montante produzido de casca de arroz no mundo chega a 80 milhões de toneladas/ano. Dados apontam que só no Rio Grande do Sul, a produção chega a 1.027.400 milhões toneladas/ano. Quase todo esse montante, acabava sendo jogado nas lavouras, parando em fundo de rios por causa das enchentes e enxurradas, ou em descartes prejudiciais e criminosos (HOFFMANN et al, 2002).

Figura 3 - Silos de armazenagem da casca do arroz.



Fonte: Elaboração própria (2018).

Urbano (2018) comenta que o lançamento da casca in natura para decomposição gera 1200 toneladas de gás metano ao ano. No processo de queima para geração de energia, essa emissão de gás é evitada.

Figura 4 - Sistema de condução da casca de arroz do armazenamento até a boca da fornalha.



Fonte: Elaboração própria (2018).

A queima da casca de arroz é que gera o calor necessário para aquecer a água na caldeira, gerando vapor, que por sua vez aciona um gerador de energia (Figura 4).

O sistema de utilização da queima da casca de arroz previsto neste trabalho teve início em 1994, inicialmente no estado do Rio Grande do Sul. Estima-se que 10% da matriz energética produzida no país, provêm da biomassa, entre elas a casca de arroz. Essa não existia tecnologia no Brasil, atualmente, é uma linha de pesquisa importante que se tornou uma das principais fontes de pesquisa da Embrapa. Foi acreditado no projeto que procura a solução para a destinação do resíduo, sendo todo o resíduo aproveitado na produção de energia que alimenta a própria indústria e ainda com excedentes para abastecer residências (IEE-USP, 2015).

A Figura 5 ilustra a caldeira instalada nas dependências da empresa pesquisada.

Figura 5 - Sala de máquinas: vista externa da caldeira.



Fonte: Elaboração própria (2018).

Na queima da casca de arroz nas caldeiras de alta pressão que produzem energia, são consumidos 2100 kg/h. Esse montante gera 1000 kWh (Quilowatt-hora), somando mais de 4 milhões kW ano (URBANO, 2018).

Dessa queima total da casca de arroz, aproximadamente 18% são reduzidas a cinzas. Cinza esta que também prejudica o meio ambiente no descarte inadequado, pois a mesma apresenta entre os contaminantes, o carbono residual, que é um poluente grave para o solo e fontes de água (HOFFMANN et al, 2002).

A solução encontrada para descarte dos resíduos encontra na queima da casca de arroz uma solução satisfatória e rentável, pois tem, além da redução dos resíduos, retorno para empresa em forma de produção de energia. Para a natureza, evita-se a emissão de poluentes no processo de decomposição, não depositando seus resíduos totais no solo, além da geração de empregos na manutenção e funcionamento da caldeira.

Fica ainda o problema do resíduo das cinzas produzidas no processo da queima da casca de arroz e também a emissão de gases desta queima.

Outra solução encontrada está sendo a utilização das cinzas no processo de industrialização e de outros produtos e a inclusão das cinzas como mistura em produtos, como o caso da utilização em compostos de borracha natural, produção de cimento a partir das cinzas da casca de arroz, uso em concreto na substituição da areia, produção de mulita, como suporte em catalisadores de níquel, entre outras aplicações (HOFFMANN et al, 2002).

A energia gerada é transmitida aos painéis de controle que interliga com o sistema de energia advindo de redes externas. Tem-se assim a estrutura montada na empresa, onde energia é gerada através da queima da casca de arroz.

4.3. Análise dos custos e viabilidade econômica

Neste item são apresentados os investimentos realizados neste projeto: Investimento, funcionamento e vantagens obtidas nesta empresa de Sinop-MT objeto de estudo do presente trabalho.

A venda da energia é feita no mercado livre de energia, ou seja, pode-se vender a energia para qualquer empresa do país (a que pague o melhor preço). O montante gerado é praticamente o mesmo consumido, então, vende-se e compra o mesmo volume no ano.

Quanto aos custos de produção e dos indicadores de viabilidade desta produção, o fato da empresa ter a matéria prima com um custo pequeno, sendo natural a produção do montante do resíduo e o custo do descarte no processo de industrialização, torna o investimento muito interessante, pois o valor investido tem retorno considerado rápido.

Na Tabela 1 são apresentados os custos para implantação da usina. Também os custos anuais de manutenção, inspeção, bem como a capacidade geradora de energia da mesma.

Tabela 1- Indicação de Custos e Receitas na implantação sistema e manutenção

CUSTO PARA IMPLANTAÇÃO DA USINA DE GERAÇÃO		
CALDEIRA	R\$	6.300.000,00
TURBINA/SISTEMA CONDENSAÇÃO	R\$	3.480.000,00
INTERLIGAÇÃO DOS EQUIPAMENTO	R\$	1.250.000,00
GERADOR	R\$	820.000,00
SISTEMA ELETRICO	R\$	900.000,00
PREDIO (ESTRUTURA CIVIL)	R\$	320.000,00
TOTAL INVESTIMENTO	R\$	13.070.000,00
CUSTOS ANUAIS		
INSPEÇÃO CALDEIRA	R\$	2.500,00
INSPEÇÃO TORRE RESFRIAMENTO	R\$	6.000,00
INSPEÇÃO TURBINA	R\$	7.500,00
MANUTENÇÃO CORRETIVA	R\$	100.000,00
CUSTO TOTAL ANUAL	R\$	116.000,00
CUSTOS MENSAIS		
LUBRIFICAÇÃO E LIMPEZA	R\$	1.300,00
PRODUTOS QUÍMICOS	R\$	5.000,00
OPERACIONAL	R\$	16.000,00
CUSTO TOTAL MENSAL	R\$	22.300,00
GERAÇÃO DE ENERGIA		
GERAÇÃO MW /HORA		2,50
GERAÇÃO MW / DIA		60,00
GERAÇÃO MW / MÊS		1800,00
MANUTENÇÕES/PAUSAS (10%)		180,00
TOTAL GERADO PARA VENDA/MÊS		1620,00
VALOR VENDA MW / HORA		R\$ 280,00
RECEITA TOTAL DO MÊS	R\$	453.600,00
RECEITA TOTAL POR ANO	R\$	5.443.200,00

Fonte: Dados da Pesquisa.

Conforme é observado de forma resumida na Tabela 1, o investimento inicial é de R\$ 13.070.000,00 (treze milhões e setenta mil reais). Nestes custos estão inclusos toda a estrutura necessária para implantação da usina.

O custo anual de funcionamento é R\$116.000,00 (cento e dezesseis mil reais), custos estes que são gerados pela manutenção corretiva da usina, inspeção da caldeira e torre de resfriamento, limpeza, produtos químicos, lubrificantes e custos operacionais.

A receita anual tem estimativa de R\$5.443.200,00 (cinco milhões quatrocentos e quarenta três mil e duzentos reais). Tal receita advém da produção de energia.

Com geração de 2,50 MW/hora de energia, que a preço de mercado gera receita/hora de R\$ 280,00 (duzentos e oitenta reais), tem-se no acumulado mensal um montante de R\$453.600,00 (quatrocentos cinquenta e três mil e seiscentos reais), gerando o acumulado de receitas ano conforme a Tabela 1.

A análise econômica, onde foram utilizados indicadores econômicos como TIR, VPL e PAYBACK, auxiliam na tomada das decisões, pois determinam o tempo de retorno do investimento. Assim, é possível analisar de acordo com os fluxos, se o negócio é viável ou não, de acordo com a necessidade de cada investimento. A TIR é 15,49%, sendo superior à TMA (10%, sendo o retorno mínimo somados ao risco do investimento) e o VPL em 6 anos estaria acima de R\$ 9 milhões, sendo o investimento atrativo. De acordo com o PAYBACK, o tempo para retorno é, aproximadamente, de 4 anos e 7 meses. Como a caldeira e os equipamentos trabalham em torno de 25 anos em pleno funcionamento apenas com as manutenções previstas, espera-se trabalhar pouco mais de 20 anos gerando lucro à empresa.

5. CONCLUSÕES

O desenvolvimento da produção em Mato Grosso teve sua expansão em diversos setores, incluindo o aumento da produção de arroz. Neste processo evolutivo, percebeu-se a problemática advinda do resíduo gerado no beneficiamento do arroz que é a casca.

Conforme discutido no presente estudo, percebe-se que as soluções para a casca de arroz produzida por empresas do setor de beneficiamento de arroz encontraram solução efetiva na produção de energia a partir da queima da casca de arroz, gerando viabilidade econômica do investimento e vantagens que são observadas não apenas na produção de energia a partir da queima dos resíduos, mas também na sustentabilidade ambiental, pois o descarte in natura no meio ambiente apresentava complicadores de contaminação ambiental, com produção de gases nocivos advindos do processo de decomposição. Com a queima, evita-se produzir toneladas/ano destes gases.

No processo de queima restavam as cinzas, que também estão sendo destinadas ao consumo em meio produtivo agrícola, servindo como adubação. Além disso, são também utilizadas nas indústrias na produção de cimentos, concretos e outros procedimentos de industrialização.

Portanto, conclui-se que, a importância e a contribuição deste trabalho estão em apontar que o investimento em alternativas energéticas geradas a partir de resíduos antes descartados na natureza e que geravam prejuízos ambientais, podem ser revertidos em lucratividade, onde, conforme aponta o título deste trabalho, a queima de casca de arroz para geração de energia, é um investimento viável, com funcionamento que pode ser colocado em prática, gerando vantagens econômicas e ambientais.

6. REFERÊNCIAS

André, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Estudo de Caso: seu potencial em educação.** Cadernos de Pesquisa nº 49. Mai 1995.

Baggio, Anery Junior. **Ecoturismo: alternativa sustentável de valorização do patrimônio indígena e cultural da terra indígena da Mangueirinha – PR. Ponta Grossa.** UFPR/Ponta Grossa, 2007.

Brasil. **Safra de grãos de setembro foi 30% maior que a registrada no mesmo mês de 2016: Estimativa para o mês foi de 242 milhões de toneladas.** Arroz, milho e soja são destaques do grupo. 2017. Disponível em :<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/10/safra-de-graos-de-setembro-foi-30-maior-que-a-registrada-no-mesmo-mes-de-2016>. Acesso em 28/04/2018.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Comércio Exterior da Agropecuária Brasileira - Principais Produtos e Mercados:** edição 2012 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Relações Internacionais do Agronegócio. – Brasília : MAPA/ACS, 2012.

D'Andréa, Gabriella. **Lenha feita de casca de arroz.** 2016. Disponível em : <https://www.redeagroservices.com.br/Noticias/2016/12/Lenha-feita-de-casca-de-arroz.aspx>. Acesso em 10/04/2018.

Embrapa. Subprodutos do boi. 2018. Disponível em : https://www.embrapa.br/contando-ciencia/animais-e-criacoes/-/asset_publisher/jzCoSDOAGLc4/content/subprodutos-do-boi/1355746?inheritRedirect=false. Acesso em 13/04/2018.

Fernández, Antonio João Castrillon. **Expansão da soja em Mato Grosso: políticas de ocupação e mercado de terras.** Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco – Acre, Acesso 13/04/2018.

Ferreira, Carlos Magri. **Bienal dos negócios da agricultura pesquisa e tecnologia para o arroz de terras altas de em Cuiabá – MT, 2005.** Disponível em: <http://slideplayer.com.br/slide/51144/>. Acesso 09/03/2018.

Florestanet. **Conab prevê crescimento da produção do arroz em Mato Grosso.** 2014. Disponível em: http://www.florestanet.com.br/agronegocio/id-121440/conab_preve_crescimento_da_producao_do_arroz_em_mato_grosso. Acesso em 03/05/2017.

Gil, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

Hoffmann, R; Jahn, S; Bavaresco, M; Sartori, T. **Aproveitamento da cinza produzida na combustão da casca de arroz: estado da arte.** Anais do I Congresso Brasileiro de Energia. Volume 9, Páginas 1138-1143. Data de publicação 2002.

Iee-Usp: Instituto de Energia e Ambiente- Universidade de São Paulo. **Biomassa já responde por quase 10% de toda a matriz energética do Brasil.** 2015. Disponível em: <http://www.iee.usp.br/gbio/?q=noticia/v%C3%ADdeobiomassa-j%C3%A1-responde-por-quase-10-de-toda-matriz-energ%C3%A9tica-do-brasil>. Acesso em 20/06/2018.

IICA- Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas. **O sistema cooperativista na comercialização e industrialização do arroz no estado de Goiás.** Biblioteca del IICA – Costa Rica, 1978.

Lewin, Matheus Augusto Feix. **O processo de modernização e evolução tecnológica da produtividade de arroz em Colider- MT**. Faculdade de Sinop: Curso de Administração, 2014.

Martins, Rafael Lacerda. **Geografia humana e econômica**. Editora: IESDE – Curitiba, 2010.

Marinho, Hélia Maria Andrade. **Análise econômica da evolução do agronegócio em Mato Grosso no período de 1990 a 2010**. Revista FAIPE, v.6, nº1, 2016.

Mayer, Flávio Dias; Castellaneli, Carlo; Hoffmann, Ronaldo. **Geração de energia através da casca de arroz: uma análise ambiental**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 09 a 11 de outubro de 2007.

Moresi, Eduardo. Metodologia de pesquisa, 2003. Disponível em: <http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/metodologia_da_pesquisa..pdf>. Acesso em: 01/04/2018.

Murtinho, Max Nunes. **Análise Econômica da Divisão de Mato Grosso (1970 – 2000)**. UFMT: Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, 2009. Disponível em: http://www.ufmt.br/ufmt/site/userfiles/file/adr/Disserta%C3%A7%C3%B5es/Disserta%C3%A7%C3%A3o_MaxNunes.pdf. Acesso 09/03/2018.

Oliveira, Silvio Luiz. **Tratado de metodologia científica**. 2ª ed. São Paulo: Pioneira, 1999.

Orrico, Ana Carolina Amorim; SGAVIOLI, Sarah; GARCIA, Rodrigo Garófallo. **Estratégias para a utilização de camas em aviário**. Faculdade de Ciências Agrárias – UFGD/Dourados – MS, 2015. Disponível em : <https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/estrategias-utilizacao-camas-aviario-t38635.htm>. Acesso em 13/04/2018.

Pipp, Joseline. **Ciência, tecnologia e inovação: interdiscursividade jornalística, reformulação discursiva e heterogeneidades**. Santa Maria, RS, Brasil 2005. Disponível em: http://www.academia.edu/3209565/Ciencia_tecnologia_e_inovacao_interdiscursividade_jornalstica_reformulacao_discursiva_e_heterogeneidades. Acesso 09/04/2018.

Pugnat, Marta Gislene. **As ONGs e a política ambiental nos anos 90: um olhar sobre Mato Grosso**. Editora Annablume – São Paulo, 2005.

Strobel, P. Caldeiras. s/d. Disponível em: http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EngMec_NOTURNO/TM364/Material%20de%20Aula/Aula%20de%20caldeiras.pdf. Acesso 22/05/2018.

Torino Soluzioni Ambientali. **Como funcionam as caldeiras aquatubulares e quais suas vantagens?** 2018. Disponível em: <http://www.tsambientali.com.br/como-funcionam-caldeiras-aquatubulares-e-quais-suas-vantagens/>. Acesso 22/05/2018.

Urbano, Agroindustrial LTDA- Unidade Sinop- MT. **Geração energia com a queima da casca de arroz. Sinop -MT**, 2018.

Vialou, Águeda Vilhena (org.). **Pré-história do Mato Grosso**, vol. 2 – Cidade de Pedra. Editora USP – Universidade de São Paulo – São Paulo, 2006.

Wagner, Felipe. Como funciona uma caldeira?. 2015. Disponível em: <http://www.rwengenharia.eng.br/como-funciona-uma-caldeira/>. Acesso 22/05/2018.