

**Alternativas para tratamento e disposição final de cinzas e cascas de arroz. Estudo de caso de uma Cooperativa do Oeste do Paraná**

Andrei Antonio Mondardo<sup>1</sup>, Carlos Eduardo Camargo Nogueira<sup>1</sup>, Samuel Nelson Melegari de Souza<sup>1</sup>, Claudinei Almeida<sup>1</sup>, Leonardo Contini<sup>1</sup>, Solles Augusto Rovaris<sup>1</sup>, Andresa Mondardo de Oliveira<sup>2</sup>, Carla Dal Piva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Cascavel  
<sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus de Medianeira

amondard@gmail.com

**Resumo:** O presente trabalho buscou alternativas para disposição da cinza de casca de arroz proveniente da combustão da mesma, através de um estudo de caso. O estudo de caso ocorreu em uma cooperativa de beneficiamento de arroz que está localizada no oeste do Paraná. Seu objetivo foi quantificar o volume de cinza produzido mensalmente e propor alternativas de tratamento e disposição para esse resíduo. A cooperativa gera cerca de 30 m<sup>3</sup>.dia<sup>-1</sup> de resíduo de cascas de arroz, que após sua queima em caldeira, resulta em 5 m<sup>3</sup>.dia<sup>-1</sup> de cinza. Existe grande dificuldade em armazenar e descartar este material, pelo fato da quantidade diária ser pequena. Com esse estudo foi possível determinar a massa de cinza em quilogramas para dimensionar o reservatório para armazenar esse resíduo durante um mês para posterior descarte, baseada na determinação da densidade que foi de 0,2342 kg l<sup>-1</sup>. Também foi possível conhecer seu comportamento se descartada em lagoas de tratamento, cuja sedimentação foi de 84,86% e flotação de 15,14%.

**Palavras-chave:** Resíduo, densidade, reservatório.

**Alternatives for treatment and final disposal of ash and rice hulls. Case study of the West of Paraná Cooperative.**

**Abstract:** This study sought alternatives for disposal of the resulting rice husk ash combustion, through a case study. The case study occurred in a processing cooperative rice which is located in western Parana. Their goal was to quantify the volume of rice husk ash produced monthly and propose alternatives for treatment and disposal for this waste. The cooperative generates about 30 m<sup>3</sup>.day<sup>-1</sup> of residue rice hulls, which, after its burning in a boiler, resulting in 5 m<sup>3</sup>.dia<sup>-1</sup> ash. There is great difficulty in storing and disposing of this material, because of the daily amount is small. With this study it was possible to determine the ash scale weight in kilograms to the reservoir for storing waste that during one month later disposal, based on the determination of the density was 0,2342 kg l<sup>-1</sup>. It was also possible to know their behavior is discarded in ponds of treatment, which was 84,86% sedimentation and flotation 15:14%.

**Keywords:** Waste, density, reservoir.

## Introdução

Atualmente há uma preocupação em âmbito mundial com o meio ambiente, devido a agressão de vários fatores poluentes, entre os quais podemos destacar as cinzas provenientes da queima da casca de arroz (CA).

A safra nacional de arroz em 2014 alcançou os 12,2 milhões de tons. Esta produção superou em 3,6% a obtida em 2013 (11.758.663 toneladas), influenciada pelas condições climáticas e pelos altos níveis dos mananciais de irrigação na Região Sul. O maior estado produtor é o Rio Grande do Sul, responsável por 67,8% da produção. O estado do Mato Grosso cresceu 15,5% na última safra plantando a variedade de arroz sequeiro, cultura pioneira utilizada para fazer esta mudança. (IBGE, 2007).

O controle efetivo dos resíduos sólidos industriais com características de periculosidade é uma preocupação de toda a sociedade e depende da manutenção dos dados atualizados de geração e destinação final, de modo a possibilitar a avaliação da fonte poluidora e a identificação da real necessidade de cada ramo industrial otimizar o seu gerenciamento. A legislação ambiental confere ao gerador a responsabilidade pela destinação adequada dos resíduos, ou seja, com a determinação do tratamento prévio para a disposição final ou armazenamento temporário, de forma a não comprometer o meio ambiente.

A casca de arroz tem merecedor destaque por possuir alto poder calorífico ( ~ 16.720 KJ.kg<sup>-1</sup>) e custo praticamente nulo, vindo cada vez mais substituindo a lenha empregada na geração de calor e de vapor, necessários para os processos de secagem e parboilização dos grãos. O descarte das cinzas é considerado como problema para algumas empresas que descartam em terrenos baldios, outras comercializam para fabricantes de concretos que seria o procedimento mais correto. (EWAIS et al., 2008).

Normalmente, a biomassa tem baixa densidade energética e é amplamente difundido, o que leva a problemas em termos de recolha e transporte de custo. Por outro lado, grandes quantidades de casca de arroz são produzidas anualmente, assegurando um suprimento de matéria-prima. Processamento de pré-tratamento tal como a secagem e moagem é necessário o uso de biomassa, tais como madeira. (JUN et al., 2012).

Deve-se ainda lembrar que para a utilização da madeira como fonte primária de energia na indústria é necessário um planejamento criterioso a fim de satisfazer as necessidades energéticas da empresa e também os regulamentos impostos pelo código florestal (ou similar). É importante salientar que deve ser previsto o uso de reservas ou quantidades extras de madeira para satisfazer o aumento na demanda de energia da empresa,

de forma que seja possível o aumento da produção da empresa a qualquer momento e conseqüentemente um aumento das necessidades energéticas da empresa. Outro importante fator é que só podemos obter a flexibilidade energética através do uso racional da madeira, já que o uso predatório da mesma implica em custos (principalmente de transporte) sempre em elevação e numa total falta de controle da quantidade de fornecimento.

A proposta deste trabalho, foi a realização de um estudo de caso de uma indústria de beneficiamento de arroz, caracterizando e quantificando este resíduo gerado, para buscar alternativas de tratamento e disposição final das cinzas provenientes da queima da casca do arroz, de maneira que venha a atender as exigências legais e contribuir com a minimização de custos e impactos ambientais.

### **Material e Métodos**

O trabalho foi conduzido nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) na cidade de Medianeira - Paraná e nas dependências da cooperativa de estudo, por um período de 90 dias.

A Cooperativa do estudo, está localizada no Oeste do Paraná e atua nos seguimentos de fécula de mandioca, industrialização de aves, fábrica de ração, insumos agrícolas, entre outros.

Para conhecer o pH das cinzas, usou-se 6 béckers com 250 ml de água, o pH desta água foi medido, logo após, colocou-se amostras de 10 e 20 g em cada três béckers, onde realizou-se a homogeneização e deixando primeiramente 30 minutos de repouso. Feito isso, realizou-se a medição do pH hora em hora (em um total de 5 horas), para assim observar-se as possíveis variações.

Para a determinação da massa de cinza sedimentada e sobrenadante, utilizou-se 1 litro de água destilada, a qual colocou-se na proveta. Se pesou 15g de amostra de cinza e adicionou-se na proveta juntamente com a água. Logo após, realizou-se a homogeneização, deixando repousar por um período de 45 minutos. Após, retirou-se cuidadosamente a cinza flotada e colocou-a em uma cápsula de porcelana, com o peso conhecido (P1), levado à estufa a 105°C por um período de 6 (seis) horas. Dado o tempo, retirou-se e colocou-se no dessecador para esfriar por 15 minutos e após pesou-se novamente (P2). Do mesmo modo se fez para a cinza sedimentada e assim calculou-se a porcentagem de sedimentação.

Para calcular a densidade, foi utilizada uma balança analítica onde determinou-se a massa da proveta de 100ml em triplicata (P1, P2 e P3), logo após adicionou-se amostra de

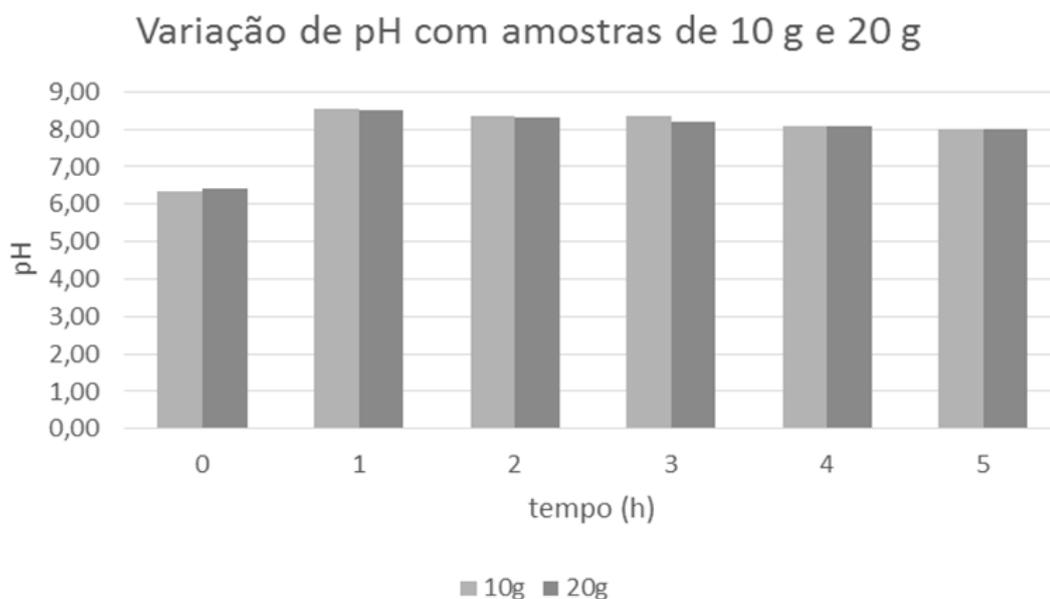
cinza até a marca de 100ml de cada proveta e determinou-se a massa da proveta + cinza (C1, C2 e C3). Após esse procedimento, utilizando-se do cálculo da massa de cinza (M1, M2, e M3), tem-se  $M1 = C1 - P1$  e assim sucessivamente. Com o volume conhecido que é igual a 100ml, determina-se a densidade das cinzas, utilizando-se do cálculo:  $D1 = M1(g)/100ml$ ,  $D2 = M2(g)/100ml$  e  $D3 = M3(g)/100ml$ .

### **Resultados e Discussão**

Considerou-se como uma das possibilidades de destinação das cinzas, seu envio com efluente para a lagoa de tratamento da indústria tomando como base a flotação, sedimentação e pH medidos.

Segundo Ewais et al. (2008), o procedimento da imersão do arroz em água é chamado maceração e encharcamento e se dá através do processo de parboilização do arroz. Com relação aos descartes de água do processo de parboilização, o ponto crítico está na água de encharcamento onde a demanda bioquímica de oxigênio é significativa e a falta de homogeneidade na distribuição da temperatura na fase de encharcamento resulta em uma maior lixiviação do material orgânico do grão, em especial do amido do endosperma, isso se traduz em um aumento direto da demanda sobre o meio ambiente. Conforme análise realizada por Ewais et al. (2008), constatou-se altos valores de AVT (ácidos voláteis totais) na água de maceração da parboilização do arroz resultante da alta temperatura chegando a 60°C, e isso causaria valores baixos de pH, entre 4,0 – 5,8 sendo um pH não desejado para o efluente a ser tratado.

Levando em conta a possibilidade de enviar as cinzas para a lagoa, observou-se que o pH sofreu alterações, vejamos na figura 1:



**Figura 1.** Variação de pH em função do tempo

A tabela 1 representa a variação do pH em função da quantidade de cinzas e tempo de permanência na amostra com água.

**Tabela 1.** Variação do pH em relação ao tempo.

Tempo (h)	pH (10g de cinza)	pH (20g de cinza)	S (%)
0	6,333	6,433	7,07
1	8,533	8,500	2,36
2	8,333	8,300	2,36
3	8,333	8,200	9,43
4	8,100	8,100	0,000
5	8,000	8,000	0,000

Na medição do pH da água sem amostra, o resultado foi de 6,5, posteriormente quando medido com as amostras, percebeu-se uma notável elevação. Na medida em que as leituras foram sendo realizadas, notou-se que a cada hora o pH decaía gradativamente até o momento que se permaneceu constante.

A densidade encontrada nas amostras de cinza teve como resultado da média aritmética das 3 amostras o valor de  $d=0.2342\text{g.ml}^{-1}$  ou  $0.2342\text{kg.l}^{-1}$ .

Analisando superficialmente os dados, pode-se observar, que o envio das cinzas para a lagoa provoca uma elevação de pH, sendo este reduzido pela presença de ácidos voláteis, mas, as cinzas provocam também o assoreamento das lagoas, pois grande parte tende a

sedimentar e o acúmulo desse resíduo proveniente da sedimentação, causará uma significativa redução do volume útil da lagoa, diminuindo o tempo de residência e conseqüentemente a sua eficiência, sendo que a parte flotável da massa de cinza irá impedir a incidência de luz, fenômeno esse prejudicial ao bom desempenho de uma lagoa de estabilização. Para que isso não venha a ocorrer é necessário um tratamento prévio (decantadores, filtros), para posteriormente enviar a lagoa.

Durante seu processamento, cerca de 78% do peso é recebido como arroz, arroz quebrado e farelo. Os outros 22% do peso, é recebido como casca. Esta casca contém cerca de 75% de matéria orgânica volátil e os outros 25% é convertida em cinza durante o processo a queima, conhecido como cinza de casca de arroz (RHA). Para cada 1000 kg de arroz com casca, cerca de 220 kg (22%) de casca é produzido, e quando esta casca é queimada, cerca de 55 kg (25%) de RHA é gerado. (Queiroz et al., 1997).

A quantidade de casca de arroz produzida na cooperativa é de 30m<sup>3</sup>/dia, sendo que depois da queima, fica o resíduo de 5m<sup>3</sup>/dia de cinzas. Com a quantidade de cinzas gerada e com a densidade calculada, chegamos a quantidade de 35.130kg de cinzas geradas por mês. Para armazenar este material por 30 dias, se faz necessário um reservatório de 180m<sup>3</sup>.

Dado o período de armazenagem, essa cinza poderá ser destinada para aterro, ou vendida para ser agregada em fertilizantes agrícolas ou diretamente ao solo e essa última alternativa por sua vez é muito vantajosa, pois a empresa estará obtendo retornos financeiros e contribuindo com culturas de plantas que necessitam de componentes como potássio e silício para se desenvolverem, e esses se encontram na composição química da cinza da casca de arroz. Segundo Saravanan et al. (2013), o valor de óxidos de silício é significativo chegando a 66,3% e o potássio com valor de 0,07%.

Segundo Wang et al. (2012), o potássio é o principal macronutriente em teor nas plantas. É, depois do fósforo, o nutriente mais consumido como fertilizante pela agricultura brasileira. Logo a disposição dessa cinza no solo, ou como composto na constituição de fertilizantes orgânicos é uma excelente alternativa.

Como já citado anteriormente, a casca de arroz é utilizada na cooperativa para substituir a lenha. Uma análise de custo foi feita para analisar a viabilidade de comprar lenha e vender a casca de arroz baseado no cenário apresentado pela cooperativa. A tabela 2, representa o custo da lenha e da casca de arros por m<sup>3</sup>, estes valores são praticados pelos fornecedores da cooperativa.

**Tabela 2.** Custo da lenha e Casca de Arroz / m<sup>3</sup>

Produto	R\$/m <sup>3</sup>	Autor
Lenha	42,00	Cooperativa
Casca de Arroz	8,00	

A cooperativa quando trabalha com lenha de eucalipto no processo de secagem, utiliza cerca de 18m<sup>3</sup>/dia, quando trabalha com casca de arroz, utiliza cerca de 22m<sup>3</sup>/dia. A lenha de eucalipto comercializada no mercado, custa R\$ 42,00/m<sup>3</sup> e a casca de arroz a cooperativa comercializa a R\$ 8,00/m<sup>3</sup>, com esses valores é possível realizar uma análise de custo e concluir se é viável queimar a casca de arroz ao invés de comprar lenha.

De acordo com os valores apresentados acima, em um mês a empresa irá consumir cerca de 540 m<sup>3</sup> de lenha, multiplicando essa quantidade pelo custo de obtenção, sendo esse R\$ 42,00, tem-se um custo mensal de R\$ 22.680,00.

A casca de arroz por sua vez, não tem custo de obtenção, pois a própria empresa é responsável por sua geração. Com a venda da casca a empresa terá uma margem de lucro, vejamos: A empresa gera 30m<sup>3</sup> por dia e desses consome 22m<sup>3</sup> por dia para a produção de calor, conforme citado anteriormente. Vendendo a casca ao preço de R\$ 8,00/m<sup>3</sup>, a empresa lucraria ao mês um valor de R\$ 7.200,00 por mês.

Logo se conclui, que mesmo vendendo a casca a empresa teria um significativo investimento mensal sobre a compra de lenha, sendo esse valor correspondente a R\$ 14.800,00 (R\$ 22.680,00 – R\$ 7.200,00), sendo assim, a alternativa de venda de casca para a compra de madeira torna-se inviável em âmbito econômico.

### Conclusão

Com esta análise, podemos concluir que o uso da casca de arroz para uso na produção de vapor e calor é viável devido ao seu alto poder calorífico, que o armazenamento das cinzas em reservatórios apropriados impedindo o contato das mesmas com o efluente, resultará no bom desempenho das ETEs (estação de tratamento de efluentes), evitando-se assim, possíveis impactos. E por fim, as cinzas poderão ser dispostas ao solo ou agregadas em fertilizantes agrícolas, devido aos significados valores de silício e potássio contidos em sua composição química, componentes esses essenciais para o bom desenvolvimento de plantas.

**Referências**

EWAIS, E.M.; Zaki, Z.I. Production of porous silica by the combustion of rice husk ash for tundish lining, *15*(3), 307–313, 2008.

IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. Estatística da Produção Agrícola de 2014. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Fasciculo\\_Indicadores\\_IBGE/estProdAgr\\_201408.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201408.pdf). Acesso em: 14 set. 2014.

JUN, S.; SON, Y.; KIM, Y.; LEE, J. Gasification and power generation characteristics of rice husk and rice husk pellet using a downdraft fixed-bed gasifier. **Renewable Energy**, *42*, 163–167. doi:10.1016/j.renene.2011.08.028, 2012.

QUEIROZ, M.I.; KOETZ, P.R. Caracterização do efluente da parboilização do arroz, 139–143, 1997.

SARAVANAN, S. D.; KUMAR, M. S. Effect of Mechanical Properties on Rice Husk Ash Reinforced Aluminum Alloy (AlSi10Mg) Matrix Composites. **Procedia Engineering**, *64*, 1505–1513. doi:10.1016/j.proeng.2013.09.232, 2013.

WANG, D.; WANG, H.; HAN, B.; WANG, B.; GUO, A.; ZHENG, D.; WANG, X. Sodium instead of potassium and chloride is an important macronutrient to improve leaf succulence and shoot development for halophyte *Sesuvium portulacastrum*. **Plant Physiology and Biochemistry: PPB / Société Française de Physiologie Végétale**, *51*, 53–62. doi:10.1016/j.plaphy.2011.10.009, 2012.