

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**INDUSTRIALIZAÇÃO E GESTÃO DE RESÍDUOS DE ARROZ NO  
BRASIL**

**PATOS DE MINAS  
2019**

**JADE VIEIRA DE SOUSA**

**INDUSTRIALIZAÇÃO E GESTÃO DE RESÍDUOS DE ARROZ NO  
BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Patos de Minas, como registro final para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vivian Consuelo Reolon Schmidt.

**PATOS DE MNAS  
2019**

## **AGRADECIMENTO**

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus.

À minha orientadora Vivian pela oportunidade e suporte durante a elaboração deste trabalho.

À minha mãe, minha irmã e Maryane pelo incentivo e apoio.

## RESUMO

Originário da China, o arroz é cultivado há pelo menos cinco mil anos, sendo a terceira maior cultura cerealífera do mundo, ficando atrás apenas do milho e do trigo. Com investimentos em pesquisa ele se tornou capaz de ser cultivada em uma grande extensão nacional, ganhado cada vez mais espaço nos agronegócios brasileiros. Atualmente ele é fundamental na economia brasileira, exportando um total de 1,4 milhão de toneladas, o que gera US\$ 467 milhões em negócios. Devido à alta geração de resíduos que podem ser obtidos no tratamento do arroz e a importância que o mesmo possui no cenário econômico brasileiro, este trabalho tem por objetivo estudar o processo de industrialização do arroz no Brasil assim como a utilização dos seus produtos e subprodutos. Além do papel importante na política econômica, à indústria do arroz tem estimulado o desenvolvimento econômico-social das cidades em que se instalam. Por exemplo, as lavouras de arroz do Rio Grande do Sul que empregam 37 mil trabalhadores, e a indústria outras 15 mil pessoas com o beneficiamento dos grãos. Totalizando mais de 50 mil empregos na cadeia produtiva de arroz. No processamento, o arroz passa, principalmente, pelas etapas de limpeza, descascamento, separação, brunição, homogeneização e classificação. Outros subprodutos importantes vindos do processamento do arroz são a casca, que gera a cinza, o farelo, e os fragmentos de arroz que são as quireras. Devido à alta geração de resíduos que podem ser obtidos no tratamento do arroz e a importância que o mesmo possui no cenário econômico brasileiro, este trabalho tem por objetivo estudar o processo de industrialização do arroz no Brasil assim como a utilização dos seus produtos e subprodutos.

**Palavras-chave:** cereal; indústria; Brasil; Beneficiamento.

## **ABSTRACT**

Originally from China, rice has been cultivated for less than 5,000 years and is the third largest cereal crop in the world, second only to corn and wheat. With investments in research, it has become able to be cultivated in a large national extension, increasingly space in Brazilian agribusiness. Currently, it is fundamental in the Brazilian economy, exporting a total of 1.4 million tons, which generates US \$ 467 million in business. To accept the high waste generation that can be detected in rice treatment and that it has in the Brazilian economic scenario, this paper aims to study the industrialization process of rice in Brazil, as well as the use of its products and byproducts. In addition to the important role in economic policy, the rice industry has the social and economic development of the cities in which it operates. For example, as rice farms in Rio Grande do Sul that employ 37 million workers and another 15 million people with grain processing. Totaling over 50,000 jobs in the rice production chain. Others processing, or rice goes mainly through the steps of cleaning, husking, selection, honing, homogenization and classification. Other important byproducts from rice processing are husk, which generates ash, bran and rice fragments that are chirera. Accepting the high waste generation that can be detected in rice treatment and having the same importance as the Brazilian economic scenario, this paper aims to study the industrialization process of rice in Brazil, as well as the use of its products and by-products.

**Keywords:** cereal; industry; Brazil; rice beneficiation process.

## LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Alguns tipos de arroz: a) arroz polido, b) arroz parboilizado, c) arroz integral, d) arroz preto, e) arroz vermelho, f) arroz selvagem, g) arroz arbóreo, h) arroz japonês (sem escala).....	13
<b>Figura 2</b> - Produção do arroz (em milhões de toneladas) nos anos de 2013 a 2019.....	15
<b>Figura 3</b> - Fluxograma do processo de beneficiamento de arroz.....	19
<b>Figura 4</b> - Esquema simplificado do processo de geração de energia a partir da queima.....	24
<b>Figura 5</b> - Proporção de resíduos gerados pela indústria de beneficiamento de arroz.....	28

## LISTAS DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Denominação dos produtos e processos .....	17
<b>Tabela 2</b> - Classificação do arroz.....	17
<b>Tabela 3</b> - Arroz Beneficiado Polido - Limites máximos de tolerância expressos em % peso.....	18
<b>Tabela 4</b> - Composição de 100 gramas de arroz de parte comestível.....	21
<b>Tabela 5</b> - Síntese dos resíduos sólidos gerados na indústria de beneficiamento de arroz, destino e proposição de alternativa sugerida pela literatura.....	27

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. REVISÃO LITERÁRIA .....	11
2.1 A produção de arroz no Brasil .....	13
2.2 O arroz e sua classificação .....	16
2.3 O sistema produtivo de beneficiamento de arroz .....	17
2.4 Qualidade de grãos de arroz .....	20
2.4.1 <i>Amido</i> .....	21
2.5 Gestão de resíduos .....	22
2.6 Identificação e destinação dos resíduos gerados .....	25
3. CONCLUSÃO .....	28
4. REFERÊNCIAS .....	29



# 1. INTRODUÇÃO

---

O arroz está presente na alimentação humana desde os tempos antigos, com origem no Sudeste da Ásia, que inclui China e Índia. No continente Asiático, localiza-se, atualmente, 58% da população do planeta, que consome 90% da produção mundial de arroz (BASSINELLO, P. Z.; CASTRO, E. da M. de, 2004).

Segundo o trabalho da Embrapa Arroz e Feijão (Embrapa, 2014), o arroz é a terceira maior cultura cerealífera do mundo, depois do milho e do trigo e apresenta grande importância por ser alimento básico de mais da metade da população mundial. No Brasil, sua preferência na dieta alimentar é reconhecida pelo seu consumo diário, principalmente, pelas classes socioeconômicas menos favorecidas.

No Brasil, o arroz é cultivado por meio de dois tipos de sistemas de produção: o irrigado por inundação, com cultivo tradicional e em várzeas controladas, e o de terras altas. O arroz irrigado está concentrado na região Sul, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Maranhão, Tocantins e Mato Grosso do Sul. Juntos, esses estados respondem por aproximadamente 85% da produção nacional de arroz. O Rio Grande do Sul é responsável por 66% da produção nacional de arroz (IBGE, 2019).

O arroz de terras altas representa 50% da área nacional ocupada com o cultivo de arroz e tem diminuído nos últimos anos, devido às áreas ocupadas pelo arroz, principalmente na região dos cerrados e Planalto Central, envolvendo os estados de Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso e Tocantins cederem espaços para a expansão de outras culturas de grãos, como a soja, o milho e também a cana-de-açúcar (WANDER, A.F.; SILVA, O. F. da, 2008).

O arroz é um alimento de grande valor nutricional, altamente energético, rico em proteínas, sais minerais (fosfato, ferro e cálcio) e vitaminas do complexo B. A proteína do arroz está presente em todo grão, dando-lhe um alto valor nutricional de fácil digestão (BASSINELLO, P. Z.; CASTRO, E. da M. de, 2004).

O grão de arroz é constituído por casca, película, germe e endosperma. A película refere-se ao conjunto de camadas de células situadas entre a casca e o endosperma. Durante o beneficiamento do arroz, a película e o germe são retirados pelo polimento dos grãos, dando origem ao farelo. As vitaminas e sais minerais estão concentrados na película e no germe, portanto no farelo de arroz. O endosperma, também considerado o órgão de reserva nutricional da semente, contém basicamente amido e é o produto final consumido pela população. Devido ao processo de beneficiamento do arroz, equipamentos de alta tecnologia, que dão maior agilidade e precisão na limpeza e seleção dos grãos, este cereal adquiriu maior qualidade. Dessa forma, o arroz chega à etapa de empacotamento com maior uniformidade e polimento perfeito (BASSINELLO, P. Z.; CASTRO, E. da M. de, 2004).

Além da forma de arroz branco polido, a evolução no setor de produção nos permite oferecer outras formas, como coprodutos do arroz que geralmente são descartados por causa do menor interesse econômico, resultando em partes como, casca, farelo gordo, quirera (arroz polido quebrado), palha, ente outros.

Devido à importância do arroz na mesa do consumidor brasileiro, o objetivo deste trabalho foi estudar o beneficiamento de arroz, apresentar os resíduos gerados por essas indústrias e por fim, como são eliminados sem agredir o meio ambiente.

## 2. REVISÃO LITERÁRIA

---

O arroz (*Oryza sativa*) é considerado o principal alimento para mais da metade da população mundial, sendo um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo. No Brasil, sua importância é destacada principalmente pelo desempenho no papel estratégico em níveis econômicos e sociais.

Uma excelente fonte de energia, seu maior consumo é na forma de grão, onde apenas uma pequena quantidade de arroz é consumida como ingredientes em produtos processados (WALTER, MARCHEZAN, AVILA, 2008).

O arroz é um alimento de forte presença na mesa dos brasileiros. Segundo Miranda et. al. (2008), grande parte da produção de arroz concentra-se em poucos estados do país, onde o Rio Grande do Sul se encontra no topo como grande produtor nacional desse grão, tendo como meio de cultivo o ecossistema de várzeas (irrigado) (WEBER, 2012).

Os principais sistemas de cultivo são arroz irrigado por inundação contínua e controlado, com manutenção de lâmina de água até a maturação dos grãos, e arroz de várzea úmida, cultivado em baixadas sem irrigação controlada. Neste ecossistema utiliza-se água da chuva e da enchente dos rios ou afloramento natural do lençol freático (WEBER, 2012).

A questão do sabor é uma das razões para o surgimento de diferentes variedades do arroz, com diferentes características e sabores, mas todas elas derivam de três subespécies básicas: a índica, a japônica e a javanica. A subespécie índica é originária da Índia com grão longo e fino, a japônica é originária da China com grão curto e arredondado (WEBER, 2012).

Assim, no mundo todo existem vários tipos de arroz, sendo que os principais estão apresentados na Figura 1 e listados a seguir.

**Figura 1** - Alguns tipos de arroz: a) arroz polido, b) arroz parboilizado, c) arroz integral, d) arroz preto, e) arroz vermelho, f) arroz selvagem, g) arroz arbóreo, h) arroz japonês (sem escala).



- Arroz polido (branco): É o arroz de grãos longos e finos (agulhinha), destituído da camada externa e do germe (ALMANAQUE DO ARROZ, 2011);
- Arroz integral: Sua aparência mais escura deve-se à presença de camadas de farelo e do germe. Concentra uma maior quantidade de fibras, proteínas, cálcio, fósforo, ferro e vitaminas do complexo B (ALMANAQUE DO ARROZ, 2011);
- Arroz parboilizado: era conhecido como arroz Malekizado e também, como amarelão, amarelo ou macerado. Apresenta uma cor amarelada e odor mais forte (ALMANAQUE DO ARROZ, 2011).
- Arroz preto: Cultivado na China há mais de quatro mil anos, com fama de produto afrodisíaco e exótico, o arroz preto era chamado de “Arroz Proibido”, pois era consumido apenas pelo Imperador, cabendo a seus súditos somente a produção dos grãos. A partir da década de 80, a China intensificou o melhoramento do arroz preto. Este tipo de arroz tornou-se a sensação entre *chefs* e *gourmets*, a começar pela cor, na verdade, lilás, que de tão forte se torna preto, pelo aroma leve de castanha e sabor único (ALMANAQUE DO ARROZ, 2011).

- Arroz vermelho: É mais conhecido como planta invasora, por causar consideráveis prejuízos às lavouras de arroz branco, principalmente por comprometer a qualidade final do produto (ALMANAQUE DO ARROZ, 2011).
- Arroz selvagem: Rico em nutrientes, pouco calórico e geralmente utilizado em misturas com arroz branco. O seu grão, de maior comprimento e de cor escura, cresce de forma selvagem e natural em pequenas produções nas margens dos grandes lagos da América do Norte (ALMANAQUE DO ARROZ, 2011).
- Arroz arbóreo: Variedade italiana. Apresenta uma quantidade elevada de amido. Ideal para preparar risoto, preparação mais cremosa (ALMANAQUE DO ARROZ, 2011).
- Arroz japonês: Grão curto e arredondado, conhecido também, como arroz cateto, tem grande capacidade aglutinadora e seu uso é bastante popular na cozinha japonesa e no preparo de *sushi* (ALMANAQUE DO ARROZ, 2011).

O mercado brasileiro de arroz é ainda pouco diversificado, e prioriza o consumo de arroz branco polido, parboilizado e integral.

## **2.1 A produção de arroz no Brasil**

A produção de arroz em 2014/2015, de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), na região Sul obteve em 9,84 milhões de toneladas, totalizando 12.448 milhões de toneladas. Na comparação com a safra de 2013/2014, que obteve 12.121 milhões de toneladas (MACAUHUB, 2014).

Já nos anos de 2015/2016, a safra plantada chegou à 1,1 milhões de hectares, 10,603 milhões de toneladas no total. De acordo com a Conab, essa redução se deu devido à interferência do clima. (CONAB, 2018).

O Rio Grande do Sul, principal produtor nacional, teve uma safra de 8,460 milhões de toneladas. A área alcançou 1,077 milhões de hectares, com perda de 2,1% diante dos 1,1 milhão/ha em 2016/17, com rendimento esperado de 7.851 quilos por hectare, o maior do Brasil, que fechou o ano com 12.327 milhões de toneladas (TAVARES, 2019)

A safra 2017/2018 apresenta uma situação distinta entre os dois principais estados produtores de arroz do sul do Brasil, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e os do Brasil central, Mato Grosso e Tocantins. O Rio Grande do Sul segue como o

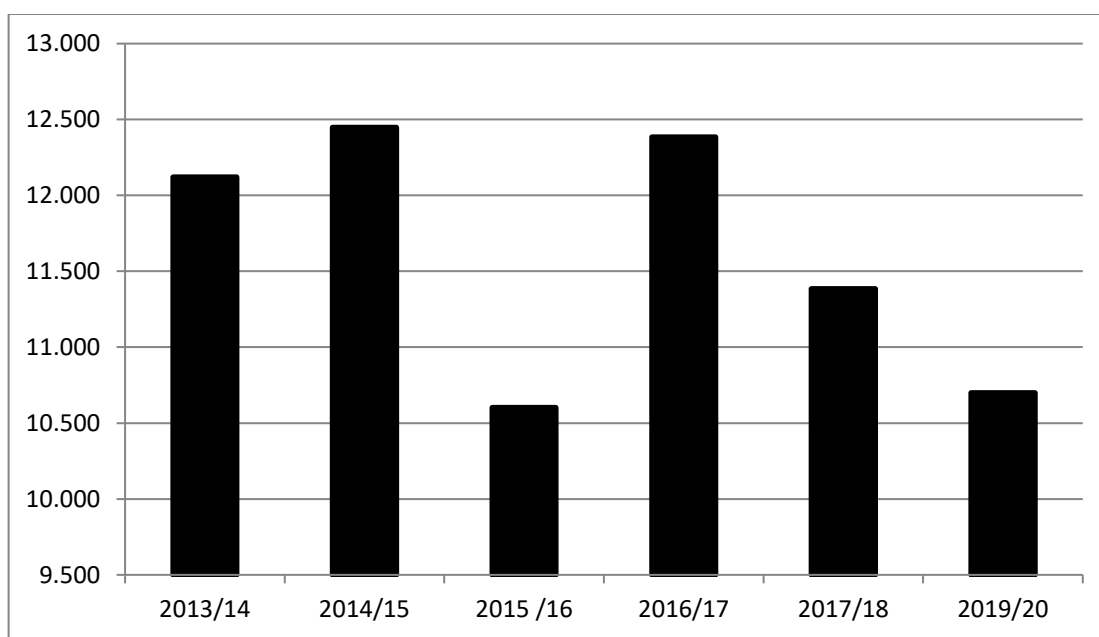
maior produtor do Brasil, com 70,4% da safra nacional, enquanto Santa Catarina representa 9,58%. Enquanto Tocantins e Mato Grosso somam 9,18%, com o estado do Norte representando 5,28% e do Centro-Oeste, 3,0%, totalizando juntos 11.384 milhões de toneladas (TAVARES, 2019).

A área plantada de arroz no Brasil, neste ano, teve uma redução de 19 mil hectares, com de semeio em 1,6 milhão de hectares, concentrada na região Sul do país. A projeção foi feita pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).

O estudo revela que a produtividade no ciclo 2019/2020, vem crescendo com a migração para áreas irrigadas e uso de mais tecnologias. Com isso, a safra de arroz deverá ser de aproximadamente 10,7 milhões de toneladas.

Essas variações de toneladas de ano a ano desde 2013 é ilustrada na Figura 2.

**Figura 2** - Produção do arroz (em milhões de toneladas) nos anos de 2013 à 2019.



Fonte: CONAB, 2018

No setor do agronegócio, o arroz tem grande destaque nacional, pois está presente em todas as regiões do país, e alimenta as populações de todas as classes sociais. Cerca de 95% do arroz produzido é beneficiado e comercializado no mercado interno, e os outros 5% da produção atendem ao mercado externo.

O beneficiamento de arroz representa um importante setor dentro do agronegócio. Este setor é a etapa da cadeia onde se dá tratamento ao produto *in*

*natura* sem alterar suas características fundamentais. Dentro dos principais objetivos da etapa de beneficiamento destacam-se: melhorar a apresentação física e visual do produto; evitar perdas; agregar valor; aumentar a vida útil do produto (tempo de prateleira); e atender às principais demandas dos consumidores (COSTA, 2018). As operações realizadas por uma indústria de beneficiamento vão desde o recebimento, seleção, lavagem, descasque, polimento, embalagem até a logística e distribuição.

O processo de beneficiamento do arroz gera uma série de resíduos, ou coprodutos, alguns possuem certo valor comercial, outros não. Assim, os principais resíduos desse processo são: a casca do arroz, o farelo e os grãos quebrados (quirera) (LORENZETT et al., 2012).

A casca representa o maior volume entre os subgrupos obtidos durante o beneficiamento do arroz, chegando, em média, a 22%. Sua utilização é bastante variada, sendo a principal a produção de energia, como propicia temperaturas de até 1000°C, é usada na alimentação de fornalhas e secadores e das autoclaves da própria indústria arroseira. Durante sua queima, a casca produz muita cinza, mas sua fumaça é pouco poluente. A casca do arroz, normalmente, é composta de proteína (2,0-2,8%), gordura (0,3-0,8%), fibras (34,5-45,9%), cinzas (13,2-21,0%) e carboidratos (22,0-34,0%) (LORENZETT et al., 2012).

O farelo representa cerca de 8% do beneficiamento do arroz, sendo uma das partes mais nutritivas do grão. O farelo, de forma como é conhecido comercialmente, é formado pelo farelo propriamente dito, pelo germe e pela camada de aleurona, o que explica o seu alto valor nutritivo. O farelo é basicamente composto de proteína (11,3-14,9%), gordura (15,0-19,7%), fibras (7,0-11,4%), cinzas (6,6-9,9%) e carboidratos (34,0-62,0%) (LORENZETT et al., 2012).

Os grãos quebrados representam 1/5 do valor comercial dos grãos inteiros. Consideram-se grão quebrado a parte do arroz que ficar retido na peneira de 1,75 milímetros de diâmetro e que representar comprimento inferior a três quartas partes do comprimento mínimo da classe a que pertence. A quirera é a parte vaza da peneira, sendo formada por fragmentos dos grãos, que se rompem durante o processo de beneficiamento. São decorrentes do efeito de aplicação de força mecânica externa aos grãos que provoca sua divisão em pequenos pedaços (BAIOCCHI, 2011).

## 2.2 O arroz e sua classificação

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), no Brasil, por meio da Portaria 06/2009, regula a classificação do arroz, do qual foram retiradas as seguintes denominações apresentadas na Tabela 1:

**Tabela 5** - Denominação dos produtos e processos.

<b>Arroz</b>	<b>Grãos provenientes da espécie <i>Oryza sativa</i> L.</b>
<b>Arroz beneficiado</b>	Produto maduro que foi submetido a algum processo de beneficiamento e se encontra desprovido, no mínimo, da sua casca.
<b>Arroz descascado ou integral</b>	Produto do qual foi retirada somente a casca.
<b>Arroz parboilizado</b>	Produto submetido ao processo de parboilização (processo hidrotérmico no qual o arroz em casca é imerso em água para a temperatura acima de 58°C, seguido de gelatinização total ou parcial do amido e posterior secagem).
<b>Arroz polido</b>	Produto de que, ao ser beneficiado, se retiram o germe, o pericarpo e a maior parte da camada interna.
<b>Marinheiro</b>	Grão que conserva a casca após seu beneficiamento.
<b>Quirera</b>	Fragmento de arroz que atravessa furos circulares de 1,6mm de diâmetro.

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa 06/2009

A mesma Portaria destaca as seguintes classificações quanto à identidade e qualidade do arroz, conforme apresentados na Tabela 2.

**Tabela 6** - Classificação do arroz.

<b>Grupo:</b>	<b>Subgrupo:</b>
<b>Arroz em casca</b>	Natural
	Parboilizado
<b>Arroz beneficiado</b>	Integral
	Polido
	Parboilizado integral
	Parboilizado polido

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa 06/2009

A subclassificação do arroz é dividida conforme o tipo, e cada tipo têm seus parâmetros limite para a presença de partículas diferentes do grão de arroz em si. A



Tabela 3 apresenta os valores dos parâmetros para cada tipo de arroz beneficiado polido.

**Tabela 7 - Arroz Beneficiado Polido - Limites máximos de tolerância expressos em % peso.**

Tipo	Matérias Estranhas e Impurezas	Mofados e Ardidos	Picados ou Manchados	Gessados e Verdes	Rajados	Amarelo	Total Quebrados e Quirera	Quirera (máximo)
1	0,10	0,15	1,75	2	1	0,5	7,5	0,5
2	0,2	0,3	3	4	1,5	1	15	1
3	0,3	0,5	4,5	6	2	2	25	2
4	0,4	1	6	8	3	3	35	3
5	0,5	1,5	8	10	4	5	45	4

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa 06/2009

- Matérias estranhas e impurezas - corpo ou detrito de qualquer natureza estranhos ao produto, como grãos ou sementes de outras espécies vegetais, sujidades e restos de insetos, detritos do próprio produto como casca e pedaços de talos, entre outros.
- Mofados e ardidos – o grão descascado e polido, inteiro ou quebrado que apresentar no todo ou em parte, fungo (bolor), visível a olho nu.
- Picados ou manchados - o grão que apresentar mancha escura ou esbranquiçada, bem como, perfurações por insetos ou outros agentes.
- Gessados e verdes – grão que apresentar coloração totalmente opaca e semelhante ao gesso.
- Rajados – o grão que apresentar estria vermelha.
- Amarelo – o grão que apresentar coloração amarela.
- Quirera - o fragmento de grão de arroz que vazar em peneiro de furos circulares de 1,6 milímetros de diâmetro.

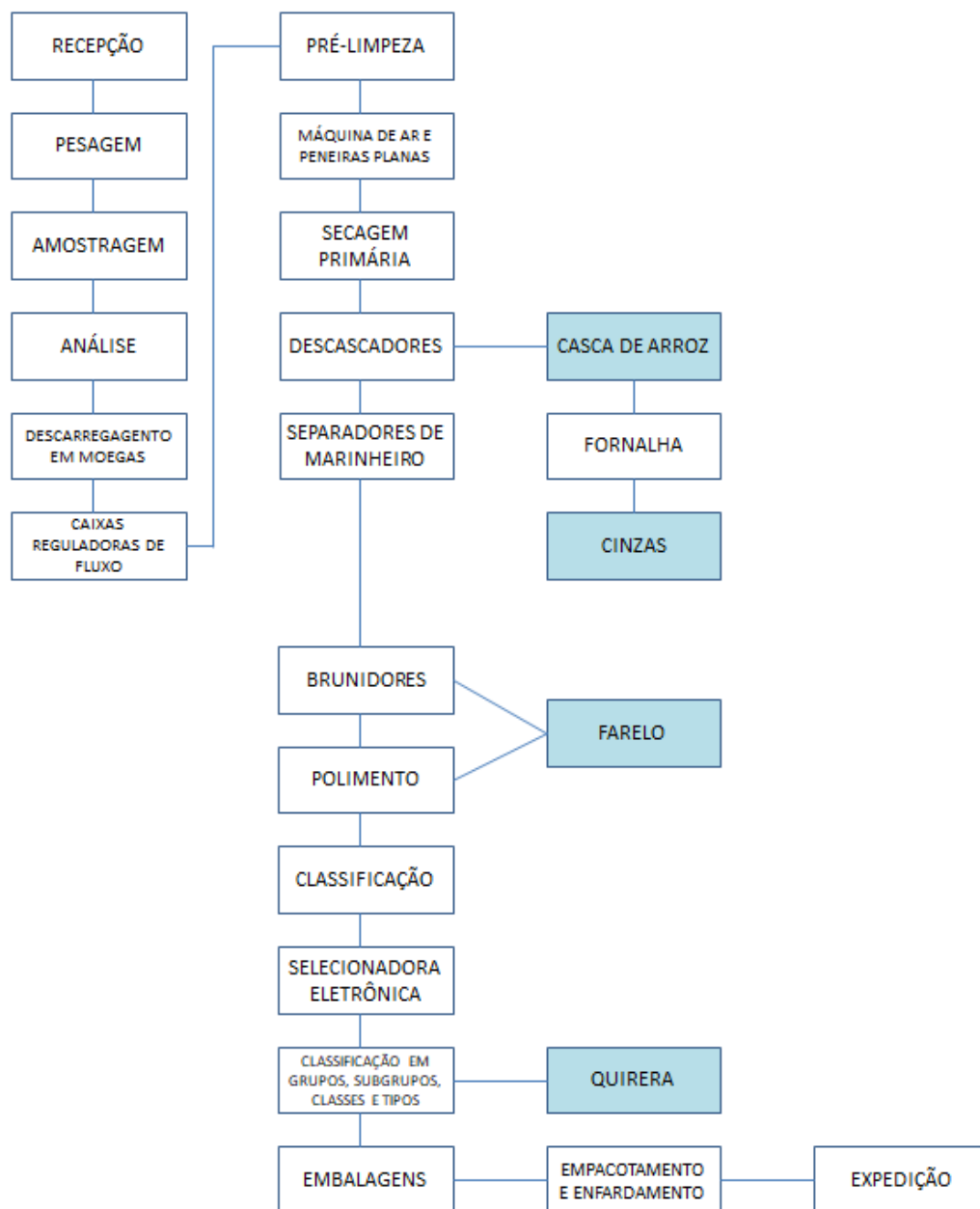
### 2.3 O sistema produtivo de beneficiamento de arroz

Nessa etapa do trabalho será detalhada cada parte do processo produtivo de beneficiamento de arroz, baseado em pesquisas na literatura e da experiência da autora desde trabalho dentro da indústria.

Basicamente o arroz passa por três setores, o da produção, do beneficiamento e do comércio. A ênfase deste trabalho está na parte de beneficiamento, onde serão expostas as fases do processo e em quais são gerados resíduos que serão reaproveitados.

Na Figura 3 é descrita a sequência de etapas desde a recepção da carga na indústria até a expedição do produto final beneficiado.

**Figura 3** - Fluxograma do processo de beneficiamento de arroz.



**Fonte:** SAIDELLES et al., 2012

- 1ª Etapa – Recepção: chegada do caminhão de arroz à indústria e recebimento da matéria – prima;
- 2ª Etapa – Pesagem e Amostragem: após a pesagem do caminhão, são coletadas amostras representativas da carga e realiza-se análise dos grãos. Os principais parâmetros analisados são pureza, umidade e o teste de rendimento, que classifica o produto e verifica a porcentagem de grãos existentes;
  - Pureza – grão ausente de detrito do próprio produto como cascas, ente outros.
  - Umidade – o percentual de água encontrada na amostra em seu estado original.
  - Rendimento – os percentuais de grãos inteiros e de grãos quebrados, resultantes do beneficiamento do arroz.
- 3ª Etapa – Recepção em moegas: são locais onde se descarrega o arroz e através de “elevadores de caneca” o produto é transportado para as caixas reguladoras de fluxo;
- 4ª Etapa – Pré-limpeza: tem como objetivo retirar impurezas como detrito de qualquer natureza estranhos ao produto, como grãos ou sementes de outras espécies vegetais, sujidades e restos de insetos, detritos do próprio produto como casca e pedaços de talos, entre outros, através de equipamentos como peneiras e sopros ventiladores. Nessas etapas os grãos com casca não ficam armazenados, estão em constante movimento na linha de produção;
- 5ª Etapa – Secagem: a secagem tem como finalidade diminuir a umidade e a capacidade evaporativa. Para o sistema de aquecimento, as fornalhas utilizam como combustível a própria casca resultante do beneficiamento do arroz. Ao final desse processo os grãos ficam armazenados úmidos em silos com aeração onde é ventilado até secar. O ar de ventilação pode ser aquecido ou não, por algumas horas;
- 6ª Etapa – Descascamento: os equipamentos mais utilizados para o descascamento são os que utilizam rolos de pedra, borracha ou mistos. Estes rolos giram a diferentes rotações. O arroz deve passar através de um pequeno espaçamento existente entre eles, sofrendo um movimento de torção que faz com que a casca se separe do grão;

- 7ª Etapa – Brunimento e Polimento: nesta etapa é retirada do arroz o germe e a película que envolve o grão. O polimento consiste em espirros de água que entram em contato com o grão, causando seu resfriamento, o que proporcionará maior claridade e brilho. O que resta desta etapa do processo será o grão brunido e o farelo;
- 8ª Etapa – Classificação/Seleção: etapa onde o arroz passa por uma separação de fragmentos e de grãos com defeito melhorando a qualidade do produto. Neste processo o arroz é separado em grupos, subgrupos, classes e tipos, que são eles os grãos inteiros, os 3/4 de grãos, e por ultimo a quirera;
- 9ª Etapa – Embalagem: processo totalmente automatizado;
- 10ª Etapa – Expedição.

## 2.4 Qualidade de grãos de arroz

As características determinantes da qualidade de grãos em arroz refletem-se diretamente no valor de mercado e na aceitação do produto pelo consumidor. E está diretamente relacionada com o valor nutricional, a sua adaptação às transformações industriais, ao seu consumo e comercialização (CASTRO et al., 1999).

O valor nutritivo do arroz beneficiado polido não é tão baixo como se costuma pensar e fica em torno de 7% no grão polido e 8-9% no integral (Tabela 4). Sua proteína é de boa qualidade e contém aminoácidos essenciais, principalmente quando combinada com alguma leguminosa como o feijão (CASTRO et al., 1999).

**Tabela 8** - Composição de 100 gramas de arroz de parte comestível.

Componentes	Integral		Polido	
	Cru	Cozido	Cru	Cozido
Umidade (%)	12,2	70,1	13,2	69,1
Energia (kcal)	360	124	358	128
Proteína (g)	7,3	2,6	7,2	2,5
Lipídeos (g)	1,9	1,0	0,3	0,2
Colesterol (mg)	NA	NA	NA	NA
Carboidratos (g)	77,5	25,8	78,8	28,1
Fibra Alimentar (g)	4,8	2,7	1,6	1,6
Cinzas (g)	1,2	0,5	0,5	0,1
Cálcio (mg)	8	5	4	4
Magnésio (mg)	110	59	30	2

Fonte: TACO, 2011

O consumidor brasileiro além da aparência do produto cru, uniforme, com baixo conteúdo de grãos quebrados e/ou danificados visa à preferência por um arroz com qualidade de cocção que proporcione bom rendimento de panela, cozinhe rápido, apresente grãos secos e soltos após o cozimento e permaneça macio mesmo após o resfriamento. Os fatores que proporcionam tais qualidades são ligados às propriedades do amido, como o seu conteúdo de amilose e sua temperatura de gelatinização (CASTRO et al., 1999).

#### *2.4.1 Amido*

O arroz é constituído principalmente por amido, apresentando quantidades menores de proteínas, lipídios, fibras e cinzas. Entretanto, a composição do grão e de suas frações está sujeita a diferenças, variações ambientais, de manejo, de processamento e de armazenamento (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008), produzindo grãos com características nutricionais diferenciadas. Além disso, os nutrientes não estão uniformemente distribuídos nas diferentes frações do grão. As camadas externas apresentam maiores concentrações de proteínas, lipídios, fibra, minerais e vitaminas, enquanto o centro é rico em amido. Dessa forma, o polimento resulta em redução no teor de nutrientes, exceto de amido, originando as diferenças na composição entre o arroz integral e o polido.

O conteúdo de amilose é considerado um dos principais parâmetros para a qualidade tecnológica e de consumo do arroz. De forma geral, grãos com maior teor de amilose apresentam textura mais firme após o cozimento, sendo preferidos em diversos países, inclusive no Brasil.

Devido à abundância da presença de amido no arroz, pesquisadores vêm estudando formas de substituição da farinha de trigo, que está relacionada com as proteínas formadoras de glúten, pela farinha de amido ou farinha amiláceas, que apresenta uma oferta de produtos de custo menor e por ser uma fonte de energia para pessoas celíacas, que apresentam intolerância permanente à gliadina e outras proteínas afins que estão contidas em dieta alimentar à base de trigo, aveia, cevada, centeio e tritcale (CLERICI e EL-DASH, 2006).

Alguns resultados apresentaram que a substituição das farinhas faz com que, por exemplo, o pão sem glúten, não apresentem características de textura e

granulosidade iguais ao pão com trigo. Quando misturadas para formar massa não formam fase contínua e nem estrutura de massa.

Contudo, a farinha de arroz tem sido bem caracterizada para a produção do pão sem glúten, com resultados no uso de farinha de arroz com baixo teor de amilose (20 – 25%) e características amilográficas com baixa temperatura de gelatinização (60°C), viscosidade de pasta à quente de 750 UA (Unidades Amilográficas e viscosidade após resfriamento a 50° C de 715 UA (CLERICI e EL-DASH, 2006).

Para melhorar a qualidade do pão sem glúten, muitos pesquisadores têm feito uso de aditivos como gomas, emulsificantes, farinhas ou amidos gelatinizados.

## **2.5 Gestão de resíduos**

Atualmente, as políticas de gestão de resíduos, estão cada vez mais dando importância à preservação de recursos naturais. Os produtos são idealizados, produzidos, comercializados e consumidos considerando os impactos gerados em cada processo da cadeia produtiva orizícola. Na indústria de beneficiamento de arroz, uma grande preocupação é com a geração dos resíduos sólidos, que incluem a casca do arroz, o farelo e os grãos quebrados, como já foram citados anteriormente.

Com o excesso de volume de resíduos sólidos gerados nos processos produtivos, as indústrias não tiveram alternativa de reutilização esses resíduos, que depois de gerados, necessitam de destino adequado (SAIDELLES et al., 2012).

Os resíduos de casca de arroz, se não forem devidamente descartados, causam grandes impactos ambientais, isso acontece devido a sua lenta degradação. A partir disso surgiram algumas alternativas de descarte sustentável, como na utilização de biomassa destinados a adubos para hortas e pomares e para geração de energia (NUNES et al., 2017)

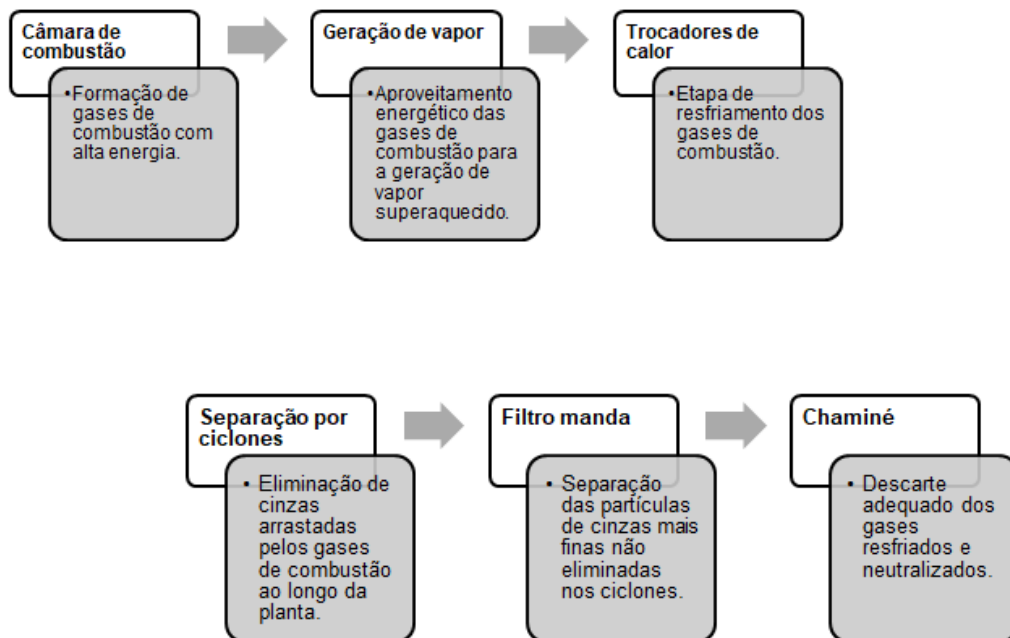
Para esses fins, a casca do arroz pode ser utilizada da forma carbonizada, as elevadas temperaturas atingidas eliminam a possibilidade de contaminação da casca de arroz por patógenos, nematoides ou plantas daninhas, eliminando qualquer forma de processos de desinfestação, transformando a casca de arroz em cinza de arroz ou casca de arroz queimada, onde seria aplicada como substratos destinados à produção de mudas de hortaliças, devido à baixa densidade do material, que permite aumentar

a porosidade total do substrato, melhor drenagem da água de irrigação e proporcionando oxigenação das raízes (NUNES et al., 2017).

Segundo Amato (2002), uma interessante forma de se aproveitar a casca de arroz seria através de sua utilização como fonte energética, conforme o esquema ilustrado na Figura 4, nas próprias instalações da indústria de beneficiamento de arroz. essa forma poderia reduzir os custos fixos de atividade, uma vez que a casca do arroz é absolutamente gratuita para essa indústria, por ela já se encontra dentro das instalações.

Autores afirmam que o resíduo da queima da casca possui alto valor de sílica (a casca do arroz possui até 15% em massa de sílica) (FERNANDES et al., 2014). Isso o torna um resíduo muito valorizado no mercado em diversos ramos como: construção civil, cerâmica e eletrônica, no entanto a sílica precisa ser de alta qualidade, levando em conta sua superfície, tamanho e pureza.

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



Fonte: NUNES et al., 2017

O farelo de arroz é obtido na etapa de brunição, onde o arroz já descascado, integral, é lixado por máquinas compostas por pedras abrasivas que retiram o farelo.

Este apresenta em sua composição boas qualidades nutricionais, sendo formado por proteínas, fibras dietéticas e compostos funcionais, além de lipídeos.

No Brasil, seu principal aproveitamento é na composição de ração animal, para extração de óleo ou como fertilizante orgânico. Porém o uso do farelo deve ser acompanhado por um controle de qualidade, pois é um alimento de fácil deterioração, tendo seu prazo de validade em no máximo três meses.

Pesquisadores chamam a atenção para o farelo não para consumo na alimentação humana, e sim na alimentação animal, devido ao seu alto teor de óleo, que aumenta seu consumo como fonte de energia e no caso de aves pode servir como substituto do milho, devido à sua composição nutritiva, altos níveis de lipídeos, proteína e fósforo (SCHOULTEN, 2003).

O farelo desengordurado é o coproduto da extração do óleo, contido no farelo de arroz integral, por meio de solvente. A principal vantagem é a não rancificação, permitindo que o produto seja armazenado por maior tempo.

Para a indústria de beneficiamento do arroz, a quebra de grãos é de extrema importância econômica, especialmente devido à valorização de 80% do grão inteiro, se comparado ao quebrado (Vieira, 2004). A quirera de arroz é empregada, habitualmente, na alimentação animal, porém, se obtida com Boas Práticas Fabricação, pode ser utilizada na alimentação humana.

A farinha dos grãos, além da utilização como ingrediente para a produção de biscoitos, cereais matinais, produtos hipoalergênicos, fórmulas infantis, alimentos com baixa caloria e fonte de amido, pode ser uma boa alternativa para a elaboração de bebidas compostas por extratos hidrossolúveis (CARVALHO et al., 2011).

Outra utilização da quirera de arroz é na substituição do extrato de soja, na alimentação de crianças alérgicas à lactose e às proteínas da soja, poderia ser o uso dos extratos de quirera de arroz ou de arroz integral (CARVALHO et al., 2011).

A proteína do arroz é constituída por diferentes frações proteicas - albumina, globulina, prolamina e glutelina, sendo esta a maior fração presente no grão (70-80% da proteína total), apresentando boa digestibilidade (88%) e hipoalergenicidade. É importante ressaltar que o arroz, em geral, possui perfil de aminoácidos essenciais mais adequados, em termos nutricionais, que o de outros cereais como o milho comum e o trigo, e que o perfil mais comumente encontrado é suficiente para atender às necessidades de aminoácidos essenciais de indivíduos adultos (CARVALHO et al., 2011).



## 2.6 Identificação e destinação dos resíduos gerados

### A. Casca de arroz

A casca do arroz apresenta o maior volume entre os coprodutos obtidos durante o processo de beneficiamento, sua utilização é bastante variada, sendo a principal a produção de energia. Como gera temperaturas de até 1000°C, é usada na alimentação de fornalhas de secadores e das autoclaves da própria indústria arroseira.

A casca também pode ser usada no próprio processo produtivo ou como matéria-prima na elaboração de outros materiais. Devido ao seu alto poder calorífico, custo praticamente zero, sua alta dureza, fibrosidade e natureza abrasiva, leva a obtenção de produtos de baixa propriedade nutritiva, boa resistência ao desgaste e muita cinza, fazendo com que parte desta casca seja utilizada na fabricação de blocos e painéis empregados na construção civil, onde substitui a fibra de madeira comumente utilizada (DELLA; KÜHN; HOTZA, 2001).

### B. Cinzas da queima da casca de arroz

O descarte inadequado das cinzas causa impactos negativos no ambiente, devido a esse coproduto ser rico em sílica, que pode ser usada como componente principal de massas cerâmicas para produção de refratários com ótimas propriedades, como alta resistência mecânica em temperaturas elevadas, maior que as dos tijolos feitos de argila.

Além dessa aplicação a cinza tem como principal destino (mesmo que prejudicial ao ambiente) a aplicação ao solo ou disposição em aterros, que devido a grande presença de sílica e outros compostos como  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MgO$  e  $P_2O_5$  podem causar mudanças nas características do solo e das águas (DELLA; KÜHN; HOTZA, 2001).

### C. Farelo de arroz

O farelo do arroz é proveniente do polimento dos grãos, além de partículas restantes da casca que é constituída por uma porção de sílica, lignina e fibra bruta, o que acarreta na diminuição seu valor nutritivo. Essa

característica fez com que Bermudes e Peixoto (1997), tentassem uma adulteração do farelo de arroz pela inclusão da casca, que resultou no aumento dos níveis de fibra bruta e matéria mineral. Os autores avaliaram o desempenho de bezerros alimentados com cana-de-açúcar, melaço e ureia e os alimentados de farelo de arroz e concluíram que para cada 100 g de farelo oferecido, os animais ganharam 100 g/dia a mais de peso vivo.

Outra fonte de alimentação foi proposta por Ali et. al. (1998), que analisaram o farelo de arroz de diferentes variedades, e encontraram óleo variando de 16,72 a 21,40% e que o nível de proteína bruta do farelo é superior ao do milho. Devido a isso o farelo atua como fonte de energia principalmente para aves, substituindo o milho.

#### D. Quirera de arroz

De acordo com Rostagno et al. (2005) a quirera de arroz é qualificada como alimento energético, contém 8,47% de proteína bruta e 3.491 kcal/kg de energia metabolizada por suínos e aves. Tais características viabilizaram a sua utilização em rações de suínos e aves, substituindo parcialmente o milho.

A Tabela 5 sintetiza quais são os resíduos gerados pela indústria arroseira, seus destinos mais comuns e aqueles que foram sugeridos por estudos. Enquanto a Figura 5 ilustra a quantidade em porcentagem de arroz *in natura* e seus resíduos gerados.

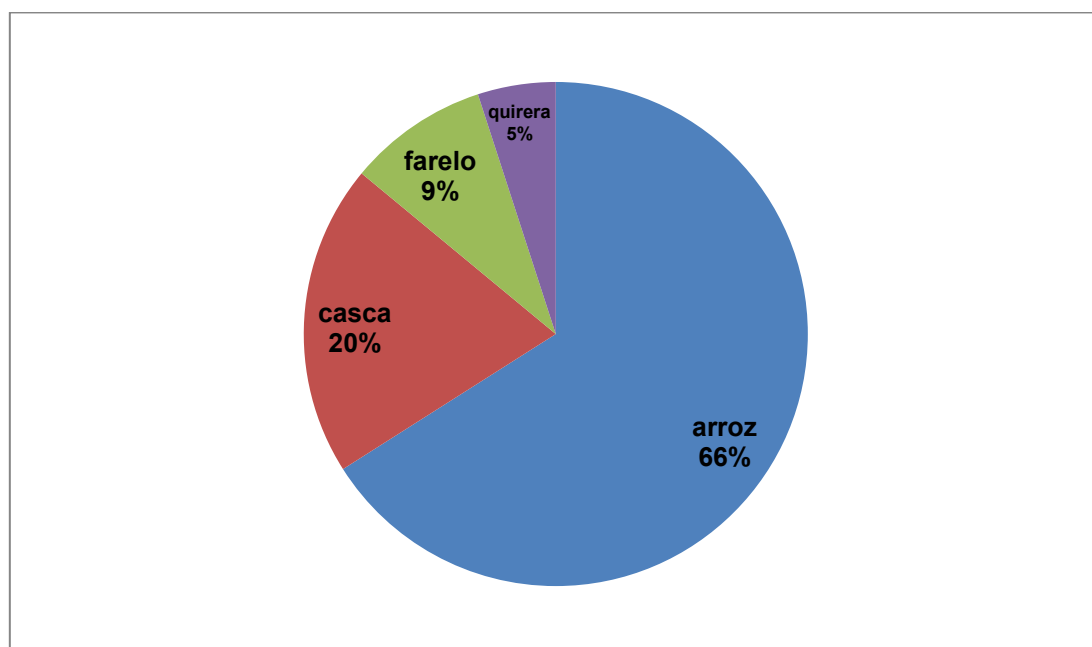
**Tabela 5** - Síntese dos resíduos sólidos gerados na indústria de beneficiamento de arroz, destino e proposição de alternativa sugerida pela literatura.

Resíduos	Destino dado pela Indústria de Beneficiamento de Arroz	Proposição de alternativa sugerida pela literatura
Casca de arroz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Queimado para obtenção de energia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energia elétrica</li> <li>• Compostagem</li> <li>• Ração animal</li> <li>• Construção civil</li> </ul>

Cinzas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adubo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indústria de cerâmica</li> <li>• Construção civil</li> </ul>
Farelo de arroz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ração animal</li> </ul>	-
Quirera de arroz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ração animal</li> <li>• Dosagem de arroz na própria indústria</li> </ul>	-

Fonte: SAIDELLES et al., 2012 e LORENZETT et al., 2012

**Figura 4** - Proporção de resíduos gerados pela indústria de beneficiamento de arroz.



Fonte: LORENZETT et al., 2012

### 3. CONCLUSÃO

---

A tendência do aproveitamento de resíduos é uma necessidade cada vez maior na indústria moderna, devido à busca por fontes de energia renováveis e responsabilidade sócio ambiental da empresa.

Este trabalho teve por foco principal a verificação da estrutura de empresas que beneficia arroz e seus resíduos gerados, bem como o destino a eles dados. Foi observado que os resíduos consistem em farelo de arroz, quirera de arroz, casca de arroz, e como resíduo da queima da casca do arroz, para obtenção de energia, surge o resíduo cinza de casca de arroz.

Uma opção a ser feita dentro da indústria é ela conhecer melhor seu funcionamento e arcar com o empenho de melhoria em relação ao descarte de resíduos, fazendo uma verificação periódica dos resíduos, investindo em pesquisas e desenvolvimentos de novos produtos produzidos com o reaproveitamento destes.

## 4. REFERÊNCIAS

- 
- ALI, M. M.; HUSSAIN, M. G.; NURUL, A. B. S. A. R.; SHAHJAHAN. M.; ABSAR, N. Investigation on rice bran: composition of rice bran and its oil. ***Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research***, Dhaka, v. 33, n. 2, p. 170-177, 1998.
- ALMANAQUE DO ARROZ: Mundo do arroz. 2011. Disponível em:<[http://almanaquedoarroz.com.br/index.php/Mundo do Arroz#variedades](http://almanaquedoarroz.com.br/index.php/Mundo%20do%20Arroz#variedades)> . Acesso em: agosto, 2019.
- AMATO, Gilberto Wageck. Casca: agregando valor ao arroz. Instituto Rio Grandense de Arroz (IRGA). Porto Alegre, RS, 2002. Disponível em: <<https://irga.rs.gov.br/arquivos/20050815133443.pdf>> . Acesso em: agosto, 2019.
- BAIOCCHI, Marise Leão Marques. **APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTO DO BENEFICIAMENTO DE ARROZ: DESENVOLVIMENTO DE FARINHA MODIFICADA COMO ALTERNATIVA PARA A INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO**. 2011. 103 f. Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.
- BASSINELLO, P.Z.; CASTRO, E. da M. de.; Arroz como alimento. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v. 25. n. 222, p. 101-108, 2004.
- BERMUDES, R.F.; PEIXOTO, R.R. Avaliação do Farelo de Arroz na Alimentação de Bezerros da Raça Holandês. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 2, p. 391-395, 1997.
- BRUM JÚNIOR, Berilo de Souza et al. Dietas para frangos de corte contendo quirera de arroz. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 37, n. 5, p.1423-1429, out. 2007. FapUNIFESP (SciELO)

- CARVALHO, Webber Tavares de et al. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE EXTRATOS DE ARROZ INTEGRAL, QUIRERA DE ARROZ E SOJA. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [s.l.], v. 41, n. 3, p.1-8, 6 jul. 2011. FapUNIFESP
- CASTRO, E. da M.; VIEIRA, N.R. de A.; RABELO, R.R.; SILVA, S.A. Qualidade de grãos em arroz. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 34).
- CAMPOS, S. K.; TORRES, D. A. P.; PONCHO, A.P.S.; BARROS, G. S. de C. (Org.). Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos: o desafio da rentabilidade na produção. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2014.
- CLERICI, Maria Teresa Pedrosa Silva; EL-DASH, Ahmed Attia. Características tecnológicas de farinhas de arroz pré-gelatinizadas obtidas por extrusão termoplástica. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 32, n. 5, p.1543-1550, out. 2008. FapUNIFESP
- COSTA, Leonardo Cunha da. **LEVANTAMENTO E ANÁLISE DAS AGROINDÚSTRIAS E DO SETOR DE BENEFICIAMENTO DE ARROZ EM SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA**. 2018. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agroindustrial, Escolha de Química e Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Santo Antônio da Patrulha, 2018.
- DELLA, Viviana Possamai; KÜHN, Ingeborg; HOTZA, Dachamir. Caracterização de cinza de casca de arroz para uso como matéria-prima na fabricação de refratários de sílica. **Química Nova**, [s.l.], v. 24, n. 6, dez. 2001. FapUNIFESP (SciELO).
- GRUPO CEOLIN. **Arroz: Distribuição da produção mundial na safra 2015 / 2016**. 2018. Disponível em:<<http://www.grupoceolin.com.br/arroz>>. Acesso em: agosto, 2019.
- 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>>. Acesso em: agosto, 2019.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Pesquisa Agrícola Municipal (PAM). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: outubro, 2019.
- LORENZETT, D. B.; NEUHAUS, M.; SCHWAB, N. T. Gestão de resíduos e a indústria de beneficiamento de arroz. Revista Gestão Industrial, v. 08, n. 01, p. 219-232. Santa Maria, RS, 2012.
- MACAUHUB. Guiné-Bissau com quebra na produção de arroz na campanha 2014/15. Planeta Arroz. 02 de dez. de 2014. Disponível em: <[https://www.planetaarroz.com.br/noticias/13208/GuineBissau\\_com\\_quebra\\_na\\_producao\\_de\\_arroz\\_na\\_campanha\\_2014\\_15](https://www.planetaarroz.com.br/noticias/13208/GuineBissau_com_quebra_na_producao_de_arroz_na_campanha_2014_15)> Acesso em: agosto, 2019.
- MIRANDA, S. H. G. de. et al. A Cadeia Agroindustrial Orizícola do Rio Grande do Sul. Análise Econômica, v. 27, n. 52, p. 75-96. Porto Alegre, RS, 2008. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/AnaliseEconomica/article/view/5113/7453>> . Acesso em: agosto, 2019.
- NUNES, Osmar Manoel; BORGES, Gustavo da Rosa; WOHLLENBERG, Janaina. **O USO DA CASCA DE ARROZ COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE DOM PEDRITO - RS.** 2017. 21 f. Curso de Tecnologia em Agronegócio, Unipampa, Dom Pedrito, 2017.
- PEDROSA SILVA CLERICI, Maria Teresa; EL-DASH, Ahmed A.. **ALAN**, Caracas, v.56, n.3, p.288-298, Setembro,2006. Disponível em: <[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S000406222006000300013&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000406222006000300013&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em: outubro, 2019.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2.ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.
- SAIDELLES, A. P.; SENNA, A. J.; KIRCHNER, R.; BITENCOURT, G. Gestão de Resíduos Sólidos na Indústria de Beneficiamento de Arroz. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 5, n. 5, p. 904-916, 2012.

SCHOULTEN, NeudiArtemio et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 27, n. 6, p.1380-1387, dez. 2003. FapUNIFESP (SciELO).

TAVARES, Marco Aurélio Marques. A expressivaquebra nas safras nacional e regional de arroz exige reflexões, decisões e mudanças. Planeta arroz, 12 de jun. de 2019. Disponível em: <[https://www.planetaarroz.com.br/artigos/285/A\\_expressiva\\_quebra\\_nas\\_safras\\_nacional\\_e\\_regional\\_de\\_arroz\\_exige\\_reflexoes\\_decisoese\\_mudancas](https://www.planetaarroz.com.br/artigos/285/A_expressiva_quebra_nas_safras_nacional_e_regional_de_arroz_exige_reflexoes_decisoese_mudancas)> . Acesso em agosto, 2019.

VIEIRA,N. R. A. Qualidade de grãos e padrões de classificação de arroz. InformeAgropecuário, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 94-100, 2004.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. Revista Ciência Rural, v. 38, n. 4, p. 1184-1192. Santa Maria, RS, 2008.

WEBER, JÉssica Muniz. **ARROZ: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, CULINÁRIAS E NUTRICIONAIS DAS DIFERENTES VARIEDADES CONSUMIDAS NO BRASIL**. 2012. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Nutrição, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.