

Potencial de desenvolvimento regional através do reaproveitamento dos resíduos do beneficiamento do arroz no Rio Grande do Sul

Ritiele Eduarda de Lima¹
Fernanda Cabral Borges²
Juliana da Silveira Espindola³
Alex Leonardi⁴

Submissão: 30/10/2021

Aceitação: 28/01/2022

Resumo

O estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor e beneficiador de arroz no país, liderando também a geração de resíduos sólidos do beneficiamento de arroz. Os resíduos do beneficiamento configuram um problema para as empresas devido aos custos e dificuldades associadas à correta destinação. O reaproveitamento de resíduos é uma solução sustentável para essa questão, diminuindo os impactos ambientais e econômicos decorrentes da sua produção, sendo uma oportunidade para o desenvolvimento da agroindústria local, através da agregação de valor na cadeia, com potenciais impactos sociais. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo uma análise para o potencial de reaproveitamento dos resíduos do beneficiamento do arroz no Estado através da caracterização do beneficiamento, análise da concentração desse mercado e mapeamento da disponibilidade desses resíduos. Os resultados obtidos mostram uma estrutura de mercado concorrencial entre as agroindústrias do setor e revelam que existe abundante disponibilidade dos resíduos do beneficiamento no Estado, os quais encontram-se disponíveis de forma descentralizada em pequenas e grandes empresas. Esses resultados apontam para o grande potencial de reaproveitamento dos resíduos na geração de energia e novos produtos regionalmente, promovendo o desenvolvimento das regiões com emprego, renda e sustentabilidade. A seleção de rotas tecnológicas que permitam o adequado aproveitamento dos resíduos localmente é o principal desafio para o desenvolvimento desse setor. As rotas termoquímicas destacam-se pela sua simplicidade, baixo custo e possibilidade de serem integradas aos processos térmicos das próprias usinas de beneficiamento de arroz.

Palavras-chave: Beneficiamento de Arroz; Concentração de Mercado; Reaproveitamento de resíduos; Disponibilidade de resíduos.

Potential for regional development through the reuse of rice processing residues in Rio Grande do Sul

Abstract

The state of Rio Grande do Sul is the largest producer and processor of rice in Brazil, also leading the generation of solid waste from rice processing. These residues are a problem for companies due to the costs and difficulties associated with its correct disposal. The reuse of waste is a sustainable solution to this issue, reducing the environmental and economic impacts resulting from its production and being an opportunity for the development of local agroindustry through the addition of value in the chain and potentially bringing positive social impacts. In this context, this work aims to analyze the potential for the reuse of rice processing residues in Rio Grande do Sul through the characterization of processing, analysis of concentration of this market and mapping the availability of these residues. The results show a competitive market structure among agroindustries of the sector and reveal that there is an abundant availability of rice processing residues in the State, which are available in a decentralized manner in small and large companies. These results point to the great potential for reusing waste to generate energy and new products regionally, promoting the development of regions with jobs, income, and sustainability. The selection of

¹ Graduanda em Engenharia Agroindustrial Agroquímica (FURG/RS). Email: ritiele.limaa@gmail.com

² Doutorado em Engenharia Química (UFRGS). Professora da Universidade Federal do Rio Grande (FURG/RS). Email: fernanda-borges@furg.br.

³ Doutorado em Engenharia Química (UFRGS). Professora da Universidade Federal do Rio Grande (FURG/RS). Email: jespindola.furg@gmail.com

⁴ Doutorado em Agronegócios (UFRGS). Professor da Universidade Federal do Rio Grande (FURG/RS). Email: alleo123@hmail.com

technological routes to enable the proper reuse of waste locally is the main challenge for the development of this sector. In this scenario, the thermochemical routes stand out due to their simplicity, low cost and possibility for integration with thermal processes of the rice processing plants.

Keywords: *Rice processing; Market Concentration; Reuse of waste; Waste availability.*

1 Introdução

Nos últimos 15 anos houve certa estabilidade na quantidade produzida de arroz no Brasil e nos últimos 10 anos percebeu-se uma leve redução do consumo, conforme dados da Conab (2021). Entre outros motivos, isso se justificava pelo aumento das refeições fora do ambiente doméstico, em estabelecimentos comerciais de alimentação, onde é possível optar por uma variedade maior de alimentos.

Com a pandemia do COVID-19, o distanciamento e isolamento social e a queda na renda das famílias, o cenário aparente é de que tenha ocorrido um aumento do consumo no ambiente doméstico, aumentando também o consumo do arroz, considerando a maior facilidade de cozinhar e o preço relativamente mais baixo em relação a outros alimentos. Além disso, a incerteza sobre o acesso da população à alimentação e, principalmente, o Dólar valorizado frente ao Real tornou o produto brasileiro atrativo no exterior e as exportações cresceram significativamente em 2020. Como resultado dessa combinação de fatores, o preço do arroz subiu significativamente em 2020, fato negativo para os consumidores, porém atrativo para os produtores, o que deve estimular o aumento da área e da produção já em 2021.

No mesmo sentido, segundo o Programa das Nações Unidas no Brasil (UNEP, 2020) mesmo anteriormente à COVID-19 a indústria do arroz já era confrontada com a influência da variação climática. Os países exportadores estabeleceram limites/proibições às exportações, isso devido às compras urgentes. Simultaneamente, houve uma diminuição do volume de importação ocasionado pelas limitações máximas de valor atribuídas por determinados países. Com a pandemia e os *lockdowns* em muitos países como medida para conter a transmissão do novo Coronavírus, ocorreram paradas logísticas de forma que, em conjunto com os outros aspectos citados anteriormente, mais da metade do suprimento global de arroz ficou em situação de risco (UNEP, 2020).

Nesse contexto, o arroz se tornou protagonista nas questões de segurança alimentar, mas também como possibilidade de aumento de renda ao longo da cadeia produtiva, implicando em incertezas e na possibilidade de significativas mudanças em termos de produção e comercialização. Além dessas preocupações com as questões econômicas e alimentares, vem a

questão ambiental na figura dos resíduos gerados no beneficiamento, sua destinação e a possibilidade de reaproveitamento. Questão importante que se torna objeto de análise nesse estudo.

Todo campo de produção gera resíduos, podendo proceder da indústria sucroalcooleira, fibras, couro, alimentos e madeira (COSTA FILHO et al., 2017). A agroindústria juntamente com o ramo de produção primária de alimentos, energia e fibra representam um importante segmento da economia no Brasil, exercendo atividades significativas no desempenho exportador e no abastecimento interno do Brasil. As ações resultantes da atividade agroindustrial, seja no processamento ou distribuição, originam resíduos que se não forem tratados podem trazer ameaças sociais e ambientais, bem como, ocasionar perdas para o processo (SPADOTTO; RIBEIRO, 2006).

A cadeia produtiva de beneficiamento do arroz gera grande quantidade de resíduos. Os principais subprodutos originados são a casca do arroz, o farelo do arroz e os grãos quebrados, este último conhecido também como quirera. Nem toda a casca resultante do processo encontra destinação comercial e, assim, a casca é também o resíduo de maior volume obtido no beneficiamento do arroz, apresentando 20% em volume. Já o farelo de arroz e a quirera representam 9% e 5% em volume, respectivamente (LORENZETT; NEUHAUS; SCHWAB, 2012).

De acordo com o IBGE (2019) o estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz no Brasil. Na safra de 2019 teve uma produção de aproximadamente 7,2 milhões de toneladas e contribuiu com cerca de 70% da produção no Brasil segundo dados obtidos do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). No estado, 232 indústrias foram responsáveis pelo beneficiamento de cerca de 6,5 milhões de toneladas de arroz, sendo que as 50 maiores empresas beneficiadoras realizaram o beneficiamento de aproximadamente 5,3 milhões de toneladas, equivalente a 82% de todo o beneficiamento do RS (PLANETAARROZ, 2021).

O fato de o Rio Grande do Sul ser o maior produtor de arroz no país faz com que o mesmo se torne um grande gerador de resíduos de arroz. A geração de resíduos é uma problemática que as empresas enfrentam, dessa forma, cada vez mais faz-se necessário o gerenciamento dos mesmos (RIGON, 2015). O aproveitamento dos resíduos agroindustriais contribui na diminuição de problemas ecológicos, sendo capaz de auxiliar na melhoria de questões de qualidade e rendimento da gestão de recursos naturais além de gerar ganhos extras (MAYER, 2009).

A utilização de resíduos agroindustriais tem se apresentado como uma alternativa sustentável dentro das agroindústrias, tanto para a criação de novos produtos quanto para a

agregação de valor (COSTA FILHO et al., 2017) e distribuição de renda. O aproveitamento de subprodutos da agroindústria reduz a problemática ambiental e é considerada uma atividade complementar, colaborando para que os custos finais sejam minimizados e também para o aumento da variação dos produtos (MEDEIROS, 2010).

A investigação da concentração e estrutura de mercado da cadeia de beneficiamento do arroz é importante, uma vez que através delas é possível constatar de que forma a indústria está distribuída em relação a produção e participação no mercado. Segundo Kon (1994), um dos determinantes da estrutura mais importantes da competição é a concentração industrial. Souza (1980) afirma que um valor baixo para o grau de concentração pode ser considerado como um indício da proximidade de concorrência perfeita. No caso em que o grau de concentração é alto, pode-se considerar que neste mercado existem estruturas oligopolistas. A diferença entre estruturas mais ou menos concentradas reflete no acesso, tanto em facilidade de aquisição como preço, para as empresas que utilizariam os resíduos para produção de outros bens, no caso a energia.

Com base no exposto acima, este trabalho tem como objetivo uma análise para o potencial de reaproveitamento dos resíduos do beneficiamento do arroz. Para tanto será feita a caracterização do beneficiamento do arroz, análise da concentração de mercado pelo método Índice de Herfindahl-Hirschman (HHI), para o período de 2008 a 2019, considerando dados do beneficiamento pelas 50 maiores empresas do estado, e mapeamento da disponibilidade desses resíduos gerados no Rio Grande do Sul.

2 Referencial Teórico

Este breve referencial apresenta o arroz e a importância de sua produção no Brasil, bem como seus resíduos e a possibilidade de reaproveitamento.

2.1 Arroz

O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado um dos cereais mais consumidos e produzidos no mundo, estando presente diariamente na alimentação dos brasileiros (SOUZA, 2019). O seu consumo anual está estimado em torno de 11 milhões de toneladas (CONAB, 2019b). A importância desse grão está relacionada ao seu valor econômico e nutricional. Em termos nutricionais, o arroz apresenta um bom balanceamento, sendo responsável por fornecer cerca

de 20% de energia e 15% de proteína essenciais para o ser humano (MIGUELIS, 2012). O arroz contém pequeno teor de lipídeos e uma elevada concentração de carboidratos, em especial o amido, além de vitaminas, proteínas e minerais. Esses nutrientes tornam o alimento uma rica fonte de energia (WALTER, 2009).

O maior produtor de arroz no Brasil é o Rio Grande do Sul, sendo este responsável por produzir cerca de 7,2 milhões de toneladas, o que representa 70% da produção do país no ano de 2019. Já na participação estadual, o RS é responsável por beneficiar 90% de todo o arroz produzido no Estado que equivale a 63% do total produzido no Brasil. Esses números revelam a importância do Rio Grande do Sul no beneficiamento e na produção do arroz no cenário estadual e nacional (IBGE, 2019).

2.1.1 Resíduos provenientes do beneficiamento do arroz

A casca do arroz é o resíduo de maior volume gerado na cadeia de beneficiamento do arroz, representando cerca de 20% da massa do arroz em casca. Esse subproduto é composto principalmente de celulose, hemicelulose, lignina e matéria inorgânica, especialmente sílica (FERNANDES; DOS SANTOS; OLIVEIRA; REIS *et al.*, 2015). Segundo Ferreira (2005) a casca de arroz é composta em peso por aproximadamente 43,5% de celulose, 22% de hemicelulose, 17,2% de lignina, 11,4% de cinzas e cerca de 5,9% de outros componentes.

O farelo do arroz se destaca como um importante subproduto no processo de beneficiamento do arroz. É considerado uma fonte de proteínas, compostos funcionais, lipídeos e fibras dietéticas, correspondendo cerca de 5-8% do grão (CHAUD; ARRUDA; DE ALMEIDA FELIPE, 2009). É gerado quando o arroz já sem casca, integral, passa pela etapa de brunição sendo lixado pelo maquinário constituído por pedras abrasivas que removem o farelo (SOUSA, 2019).

Segundo Baiocchi (2011) os grãos quebrados são a parte de arroz que encontra-se retida na peneira de 1,75 milímetros de diâmetro e que apresenta comprimento inferior a três quartas partes do comprimento mínimo da classe a que pertence. A quirera é constituída por frações dos grãos que são rompidas ao longo do processamento e equivale a parte vaza da peneira. O fato da quirera ser recusada pelo mercado consumidor faz com que grande parte dela seja aplicada no processamento de adubo, produção de ração animal, indústria cervejeira e etc.

2.2 Reaproveitamento de resíduos agroindustriais

A importância de estudar os resíduos agroindustriais no processamento de alimentos se dá pelos benefícios que os mesmos oferecem, uma vez que o estudo com resíduos, além da reutilização, apresentam resultados positivos na redução de problemas ecossistêmicos das indústrias nas regiões onde estas estão localizadas, tal como na agregação de valor de mercado aos produtos (MARADINI FILHO; MENDONÇA; DA SILVEIRA MENDITI; DE CARVALHO *et al.*, 2020). Segundo Medeiros (2010) o aproveitamento de resíduos além de colaborar com questões ambientais, auxilia na economia de matérias-primas.

Nos últimos anos, a minimização de resíduos sólidos gerados nos processos agroindustriais tem chamado bastante a atenção, juntamente com a procura de diferentes alternativas de reaproveitamento para esses resíduos. Cada vez mais as indústrias e órgãos governamentais estão se importando com questões ambientais e estimulando diversos segmentos do mercado a fim de criar e aplicar políticas ambientais que reduzam os danos causados ao meio ambiente (MARADINI FILHO; MENDONÇA; DA SILVEIRA MENDITI; DE CARVALHO *et al.*, 2020).

O processo de produção nas agroindústrias origina muitos resíduos, tanto líquidos quanto sólidos. Estes podem causar problemas de disposição final, alta capacidade poluidora, desperdícios no processo, bem como perda de nutrientes e biomassa (COSTA FILHO *et al.*, 2017). Os resíduos agroindustriais descartados na natureza provocam graves impactos, dado que os nutrientes liberados de forma abundante pela matéria orgânica, como o nitrogênio e o fósforo, podem ocasionar eutrofização de ambientes aquáticos, com decorrente diminuição de oxigênio dissolvido, desequilíbrio do ecossistema local e também morte de organismos aeróbios (MARADINI FILHO; MENDONÇA; DA SILVEIRA MENDITI; DE CARVALHO *et al.*, 2020).

Dessa forma, os subprodutos gerados na indústria necessitam de um fim, uma vez que estes causam problemas ao meio ambiente e apresentam perdas de matérias-primas e energia, os quais poderiam ser aproveitados para produção de novos produtos (MARADINI FILHO; MENDONÇA; DA SILVEIRA MENDITI; DE CARVALHO *et al.*, 2020).

A indústria do beneficiamento de arroz produz grande quantidade de resíduos, onde os quais possuem várias formas de reutilização. Os grãos quebrados podem ser aplicados como matéria-prima no processamento de farinhas e de amido pré-cozido, o farelo pode ser utilizado para produção de óleo ou ração animal e a casca, resíduo de maior volume, pode servir como fonte energética e também para produção de papel (LORENZETT; NEUHAUS; SCHWAB, 2012).

Uma das formas de tratamento de resíduos agroindustriais se dá através dos processos de conversão energética ou transformação da biomassa. Estes são processos primários responsáveis por converter a biomassa em combustíveis ou matérias-primas que podem ser empregados para geração de novos produtos, podendo ser classificados em processos biológicos, físicos e termoquímicos. Os processos biológicos consistem na fermentação celulósica e na digestão anaeróbica, a densificação é um exemplo de processo físico, e os processos de combustão, gaseificação, pirólise e liquefação compreendem os processos termoquímicos (MAYER, 2009).

3 Metodologia

As medidas de concentração são empregadas para indicar como é a estrutura de um determinado mercado (SCHMIDT; LIMA, 2002). A concentração é vista como um dos determinantes da estrutura mais significativos na competição. Isso porque, as teorias neoclássicas propõem que quando uma indústria é mais concentrada, ou seja, é formada por uma quantidade menor de firmas, a mesma afeta a competição, uma vez que estas são incentivadas a comportar-se de maneira interdependente em relação à tomada de decisão acerca de questões como, produção, preços e outros assuntos relacionados (KON, 1994).

A estrutura de mercado compreende questões que vão desde o número de firmas até a presença de barreiras à entrada, decorrendo pela diferenciação de produtos e a integração entre as unidades. Por meio da concentração de mercado é possível estimar a estrutura, sendo esta uma das formas mais usuais para este fim. Através da concentração pode-se observar de que modo a produção de certo bem está distribuída entre os produtores. Acredita-se que quanto menor o número de firmas e/ou maiores as suas diferenças de tamanho, menor é a competição (CASTOR, 2013). Segundo Coelho Junior (2013), conforme a concentração aumenta, o grau de competição entre as empresas diminui, de forma que o poder de mercado da empresa é ampliado.

Assim, com o intuito de medir a concentração do mercado de beneficiamento de arroz no Rio Grande do Sul, nos anos de 2008 a 2019, foi utilizado o indicador do índice de Herfindahl-Hirschman (HHI). O Índice de Herfindahl-Hirschman (HHI) foi proposto por Hirschman e por Herfindahl e é um método para medir a concentração de mercado (COELHO JUNIOR, 2013). O índice HHI consiste em um indicador da competitividade entre as empresas de um mercado e é determinado pelo somatório dos quadrados das participações de mercado de cada firma de

forma individual. O HHI é calculado pela Equação 1, onde n representa o número de firmas e S_i corresponde a participação percentual de mercado das firmas (MAGALHÃES; FONSECA; RUSSO; SANTOS, 2010).

$$HHI = \sum_{i=1}^n (S_i)^2 \quad \text{Equação (1)}$$

Conforme Possas *et al.* (2002) um mercado é concentrado quando o HHI se aproxima de 10.000. Dessa forma, quando o mercado é dominado unicamente por uma empresa, a participação desta corresponde a 100% e tem-se o HHI de 10.000 que caracteriza a existência de uma concentração máxima em que há uma situação de monopólio. Todavia, quando o HHI se aproxima de 0 o mercado é não concentrado, o que revela proximidade da concorrência perfeita, uma vez que a quantidade das participações individuais de mercado é baixa.

De acordo com o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) um HHI abaixo de 1500 pontos indica um mercado desconcentrado. Um HHI entre 1500 e 2500 pontos revela que o mercado é moderadamente concentrado. Um HHI acima de 2500 pontos corresponde a um mercado altamente concentrado.

Os dados utilizados para caracterização do beneficiamento de arroz e análise da concentração e estrutura de mercado foram fornecidos pelo Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) e compreendem o volume anual de arroz beneficiado no Estado no período de 2008 a 2018, para todas as beneficiadoras, já para o ano de 2019 foram utilizados os dados divulgados pelo Planetaarroz. O *ranking* gaúcho das 50 maiores empresas do setor, no ano de 2019, obtido no site do Planetaarroz, foi utilizado neste trabalho para estabelecer o corte de dados aplicados na análise de concentração do mercado de arroz e na caracterização do potencial de geração de resíduos do beneficiamento de arroz por região. Com esses valores, utilizou-se a Equação 1 para determinação do índice de HHI. Além desses, ainda foram utilizados os dados de produção e beneficiamento de arroz, os quais foram obtidos no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O mapa da produção de arroz nas microrregiões em municípios do RS no ano de 2019 foi obtido através de ferramentas do site da Feedados. Esse mapa foi usado na caracterização e análise de potencial de geração dos resíduos do beneficiamento de arroz. Com os dados do *ranking* das 50 maiores empresas de 2019 e os respectivos nomes, foram buscados seus endereços nos municípios, o que apesar de algumas restrições, indica a distribuição regional

dessas empresas. Além disso, foi feito o levantamento do total beneficiado em cada microrregião a fim de determinar a quantidade de resíduos gerados em cada uma delas.

Para a estimativa da geração de resíduos por região foi utilizado como referência o percentual de 20% de casca de arroz, 9% de farelo e 5% de quirera relatado por Lorenzetti, Neuhaus e Schwab (2012).

4 Resultados

Os resultados estão subdivididos em quatro seções, apresentando a caracterização da produção, o beneficiamento, a concentração de mercado e o mapeamento dos resíduos do beneficiamento de arroz no Rio Grande do Sul.

4.1 Caracterização da produção de arroz no Rio Grande do Sul

A tabela 1 mostra a evolução da área plantada e produção de arroz no Brasil e no estado do RS, bem como a participação do estado no total do país no período de 2008 a 2019. De acordo com a tabela é possível observar que, em relação a área plantada em hectares, o Brasil teve uma redução de 40% entre os anos de 2008 e 2019 (27 p.p. na média do período) e o estado do RS apresentou 8% de redução. Em relação a participação da área plantada, o RS obteve um aumento de 21 pontos percentuais (p.p), de forma que representou, em 2019, 58% no total de área plantada do Brasil. O aumento da participação do Estado resulta da progressiva redução no número de hectares plantados no Brasil em contraponto à estabilidade na área do RS. Ao longo dos anos o RS apresentou uma área média plantada de aproximadamente 1,1 milhão de hectares, com desvio médio de 3%. Contudo a redução na área não impactou de forma equivalente a produção do grão.

O Brasil apresentou uma diminuição de 15% no número de toneladas produzidas de arroz entre 2008 e 2019 (13 p.p. em relação à média nos 10 anos). Já o RS apresenta uma queda menor, de apenas 2%. Esse efeito resulta principalmente da redução no plantio de arroz sequeiro, com produtividade de 2,35 mil kg/ha, contra uma produtividade de 7,13 mil kg/há para o arroz irrigado (CONAB, 2019a). Além disso, segundo dados da CONAB o arroz irrigado já é produzido no RS há muitos anos, representando 100% da área plantada no Estado e 79,5% do total plantado. O Estado apresentou um aumento de 9 pontos percentuais (p.p) em relação a participação no cenário nacional entre os anos de 2008 e 2019.

Tabela 1 – Arroz: Evolução da Área Plantada, Quantidade Produzida e Participação do Rio Grande do Sul no Total do Brasil (2008 - 2019).

Ano	Área Plantada (ha)		Participação RS	Produção (toneladas)		Participação RS
	Brasil	RS		Brasil	RS	
2008	2.860.592	1.065.633	37%	12.096.835	7.336.443	61%
2009	2.888.371	1.110.601	38%	12.615.249	7.977.888	63%
2010	2.724.205	1.101.311	40%	11.361.541	6.875.077	61%
2011	2.751.938	1.169.849	43%	13.477.503	8.940.432	66%
2012	2.374.305	1.042.560	44%	11.422.033	7.692.223	67%
2013	2.348.966	1.085.648	46%	11.751.173	8.099.357	69%
2014	2.350.394	1.114.132	47%	12.142.434	8.241.840	68%
2015	2.148.626	1.127.916	52%	12.324.989	8.679.489	70%
2016	1.940.220	1.088.566	56%	10.648.687	7.493.431	70%
2017	2.030.422	1.104.732	54%	12.474.407	8.733.110	70%
2018	1.868.654	1.068.311	57%	11.739.285	8.401.787	72%
2019	1.704.622	982.886	58%	10.311.684	7.172.101	70%
2008 – 2019	-40%	-8%	21 p.p.	-15%	-2%	9 p.p.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do IBGE.

Segundo entrevista do presidente do IRGA, Ivan Bonetti, ao Canal Rural em março de 2021, a safra de arroz 2019/2020 atingiu um recorde histórico de produtividade no RS, com 8,4 mil kg/ha, sendo a média do Estado já acima da média nacional, de 8 mil kg/ha. As projeções para a safra 2020/2021 são de fechamento da colheita com produtividade acima da média histórica do RS (CANALRURAL, 2021).

4.2 Caracterização do beneficiamento de arroz no Rio Grande do Sul

A tabela 2 mostra a evolução do beneficiamento de arroz e a participação do RS no total produzido no Estado e no Brasil entre os anos de 2008 e 2019. A evolução na produção no RS e nos outros estados, bem como o total que foi beneficiado no RS, é apresentada na figura 1, na sequência.

Conforme a tabela 2 pode-se verificar que houve um aumento de 24% no beneficiamento de arroz no Estado de 2008 para 2019, e, mesmo considerando a variação ao longo dos anos, representou um aumento de 10 p.p. com relação ao beneficiamento médio no período. O bom desempenho do setor de beneficiamento no Estado resultou em um acréscimo de 19 pontos percentuais (p.p) na sua participação no total produzido pelo RS e de 20 pontos percentuais (p.p) no total produzido no Brasil.

Tabela 2 – Evolução do beneficiamento de arroz e participação do Rio Grande do Sul - (2008-2019).

Ano	Beneficiamento (toneladas)	Participação % no total produzido do RS	Participação % no total produzido do Brasil
2008	5.200.516	71%	43%
2009	5.285.768	66%	42%
2010	4.958.212	72%	44%
2011	6.409.352	72%	48%
2012	6.124.702	80%	54%
2013	5.998.405	74%	51%
2014	5.844.853	71%	48%
2015	6.072.365	70%	49%
2016	5.962.768	80%	56%
2017	5.832.453	67%	47%
2018	5.796.178	69%	49%
2019	6.466.318	90%	63%
2008 – 2019	24%	19 p.p.	20 p.p.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do IBGE.

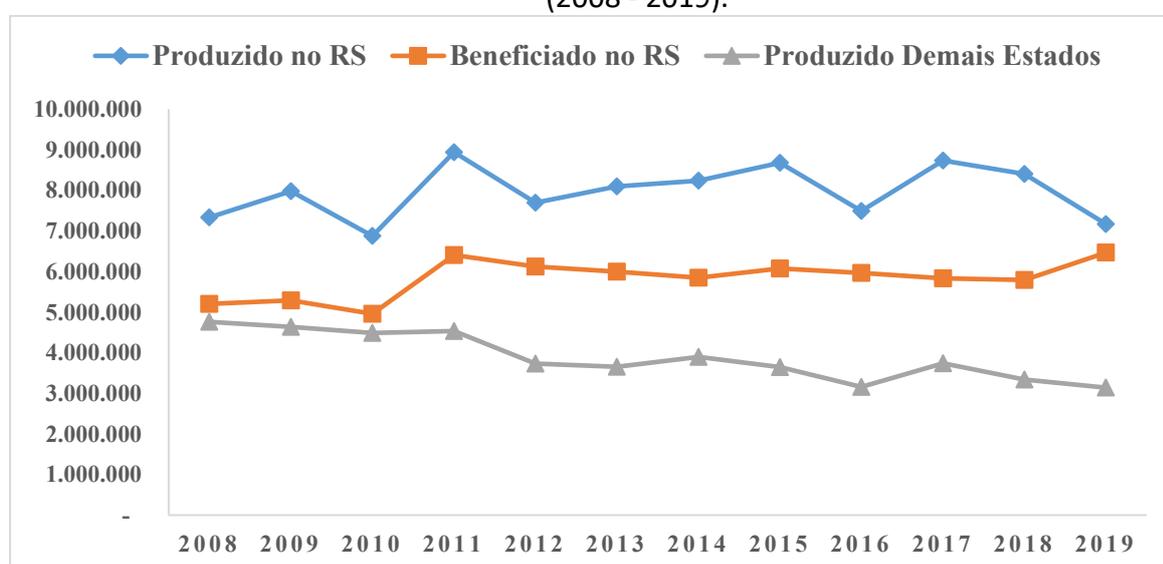
As beneficiadoras de arroz do Estado beneficiaram em 2019, 63% do total do produzido no Brasil e 90% do total produzido no RS, a maior participação entre os anos analisados. Somente no ano de 2019 foram beneficiados aproximadamente 6,5 milhões de toneladas de arroz no Rio Grande do Sul, superando o ano de 2011 que apresentou cerca de 6,4 milhões de toneladas, que era até então o maior valor registrado desde 2008.

Esses números, embora indicativos de um crescimento da participação do RS no beneficiamento, mostram também que o Estado não é capaz de processar tudo o que produz e

a participação no beneficiamento nacional é cerca de 10% inferior à participação do Estado na produção do grão. Esse indicador permite observar que há espaço para ampliação da capacidade de beneficiamento das empresas instaladas no RS, o que reduziria custos como com transporte de arroz em casca, dentre outros impactos socioeconômicos e ambientais.

Além disso, pode-se observar que o aumento significativo da participação no beneficiamento entre 2018 e 2019, de 69 para 90%, resulta não apenas da ampliação da capacidade de beneficiamento, pelo aumento do número de empresas beneficiadoras (Tabela 3), mas também da queda na produção de arroz em casca no RS, conforme a figura 1.

Figura 1 – Evolução da produção e beneficiamento de arroz no Rio Grande do Sul, em toneladas (2008 - 2019).



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do IRGA, IBGE e PLANETAARROZ.

Com base na Figura 1 pode-se observar que a maior produção de arroz no RS foi no ano de 2011 com 8.940.432 toneladas produzidas de arroz, já nos demais estados a maior produção ocorreu no ano de 2008 com 4.760.392 toneladas produzidas. Em relação ao beneficiamento, o pico foi registrado em 2019, com um total de 6.466.318 toneladas de arroz beneficiados no RS. Também é possível observar que os demais estados tiveram um declínio na produção de arroz até o ano de 2016, apresentando um pequeno crescimento no ano de 2017, todavia nos anos seguintes, 2018 e 2019, voltaram a apresentar comportamento decrescente.

4.3 Concentração de mercado no beneficiamento de arroz no Rio Grande do Sul

A tabela 3 mostra o número de empresas beneficiadoras de arroz no Rio Grande do Sul e o total beneficiado no Estado entre os anos de 2008 e 2019, bem como, o beneficiamento e participação das 50 maiores empresas. São apresentados também os resultados referentes ao emprego do índice Herfindhal-Hirschman (HHI), o qual considera dados do beneficiamento do arroz em relação as 50 maiores empresas do Rio Grande do Sul, segundo informações do IRGA e PLANETAARROZ.

Conforme a tabela 3 pode-se observar que as 50 maiores empresas beneficiadoras de arroz no RS equivalem a mais de 80% do total beneficiado no estado, e as demais empresas contribuem com pouco menos de 20%. Com base nisto, optou-se por realizar o cálculo do HHI utilizando apenas as 50 maiores empresas, dado que elas caracterizam a maior parte do beneficiamento do arroz no RS, e conseqüentemente a variação no método será pequena.

Tabela 3 – Número de empresas, beneficiamento total e participação das 50 maiores empresas no beneficiamento do arroz no Rio Grande do Sul e Índice Herfindhal-Hirschman (HHI) (2008-2019)

Ano	Nº de empresas	Beneficiamento			HHI 50 maiores empresas
		Total (toneladas)	50 maiores empresas	Participação 50 maiores empresas	
2008	253	5.200.516	4.288.104	82,46%	345,184
2009	247	5.285.768	4.404.334	83,32%	366,493
2010	225	4.958.212	4.169.020	84,08%	396,932
2011	219	6.409.352	5.297.203	82,65%	361,260
2012	214	6.124.702	5.061.840	82,65%	352,716
2013	208	5.998.405	5.024.238	83,76%	386,212
2014	201	5.844.853	4.825.698	82,56%	379,741
2015	185	6.072.365	5.049.820	83,16%	362,683
2016	174	5.962.768	4.991.542	83,71%	351,484
2017	184	5.832.453	4.937.330	84,65%	356,952
2018	177	5.796.178	4.931.600	85,08%	360,184
2019	232	6.466.318	5.303.212	82,01%	371,005

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do IRGA e PLANETAARROZ.

Também é possível observar que o menor HHI ocorreu no ano de 2008, quando foi de 345,184 e o maior no ano de 2010, quando este valor foi de 396,932, indicando assim pouca

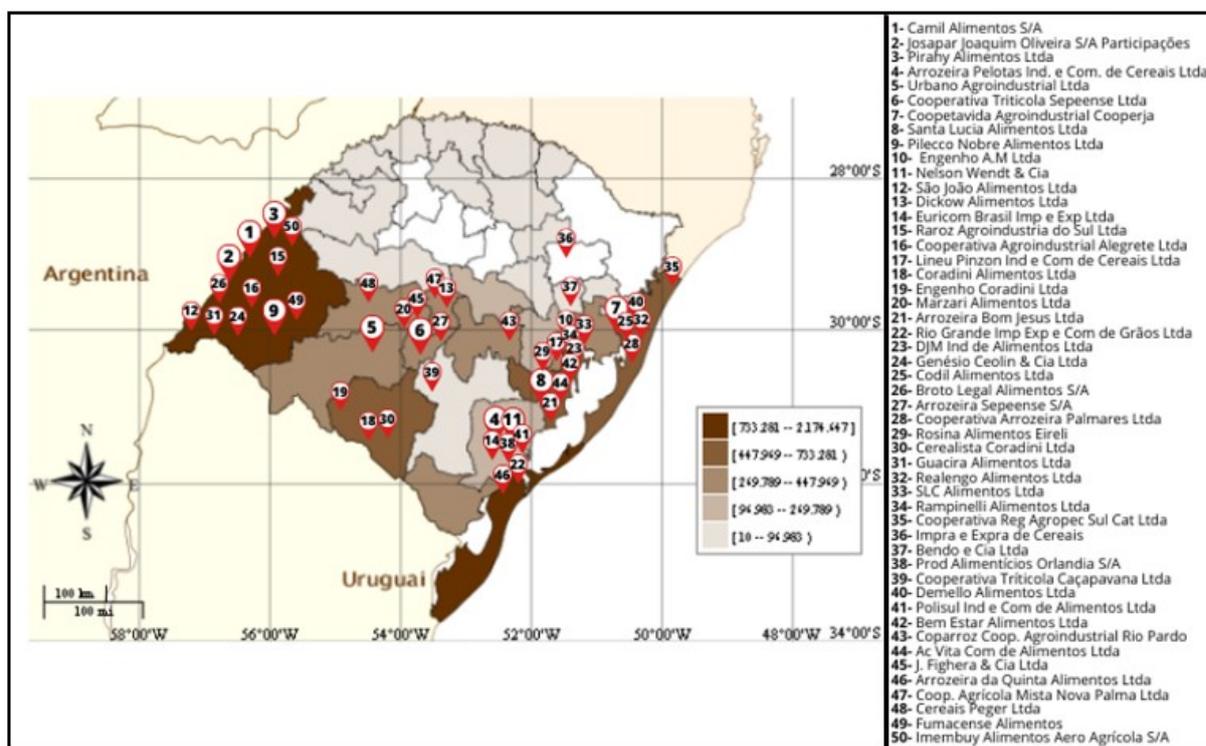
variação no período estudado. Isso representa que o mercado não é concentrado, uma vez que em um intervalo de 0 a 10.000 o HHI está significativamente abaixo de 1500 pontos, número que representa um mercado desconcentrado, ou seja, sem concentração, conforme descrito no método.

De acordo com Carvalho e Aguiar (2005) quanto maior for o valor de concentração de um mercado menor será o grau de concorrência do mesmo, de maneira que mais concentrado será seu poder de mercado. Dessa forma, o fato do mercado de beneficiamento de arroz no Rio Grande do Sul não ser concentrado aponta para preços mais competitivos, contribuindo, de certa forma, com custos menores para quem utiliza esses resíduos como matéria-prima na produção de energia.

4.4 Mapeamento dos resíduos do beneficiamento de arroz no Rio Grande do Sul

O mapa, na figura 2, obtido do site da FEEDADOS apresenta em escala de cores a produção de arroz em casca no território gaúcho, sendo a faixa dividida em cinco intervalos variando de marrom escuro para alta produção (na faixa entre 2147 e 733 mil toneladas) até marrom claro para baixa produção (na faixa entre 96 mil e 10 toneladas). As regiões brancas no mapa apresentam produção inferior a 10 toneladas no ano de 2019. Nesse mapa, foram incluídas pelos autores as localizações das 50 maiores empresas beneficiadoras de arroz no estado do RS bem como a posição de cada uma delas no *ranking* de beneficiamento para o ano de 2019.

Figura 2 – Localização por microrregiões das 50 maiores empresas beneficiadores de arroz no Rio Grande do Sul em 2019.



Fonte: Elaborada e adaptada pelos autores a partir de dados da FEEDADOS, PLANETAARROZ e IBGE.

Na figura 2 é possível observar que a maior concentração de empresas está na microrregião da Campanha Ocidental, a qual contém 12 das 50 maiores empresas, entre elas as três maiores beneficiadoras, Camil Alimentos S/A, Josapar Joaquim Oliveira S/A Participações e Pirahy Alimentos, respectivamente. A microrregião de Osório concentra seis das 50 maiores e outras microrregiões como Pelotas, Santa Maria e Camaquã abrangem cinco empresas cada uma.

Cabe destacar que as Mesorregiões Nordeste Rio-Grandense (microrregião Guaporé) e Noroeste Rio-Grandense (composta por 9 microrregiões, incluindo Passo Fundo, Erechim e Santo Ângelo), mais claras no mapa, são as menores produtoras de arroz em casca, e são também as menos significativas quanto ao beneficiamento. A primeira não possui nenhuma e a segunda possui apenas uma beneficiadora instalada no seu território, dentre as 50 maiores.

Deste modo, nessas microrregiões onde há maior concentração de empresas existe maior potencial de reaproveitamento de resíduos, uma vez que a quantidade de resíduos gerados em cada microrregião seria elevada por consequência da maior quantidade beneficiada, implicando ainda em menores custos de transporte entre a beneficiadora e a instalação para reaproveitamento desse resíduo e transformação em energia.

Os dados do HHI, apresentados na seção anterior, mostram que ao longo de todo período o setor apresentou estrutura de mercado concorrencial, sendo um indicativo que as beneficiadoras, mesmo de menor porte, possuem inserção de mercado. A variação no número

total de empresas ao longo dos anos, com redução até 2018 e aumento no último ano, reforça a característica do setor, que oferece espaço para fusão de empresas, mas também para o surgimento de novas. Essa característica é importante para definir a abordagem de reaproveitamento de resíduos para esse tipo de empresa, que possui produção e geração de resíduos dispersa no território gaúcho, indicando cenário favorável para uma abordagem descentralizada de reaproveitamento de resíduos.

A tabela 4 mostra a quantidade de resíduos gerados nas microrregiões do estado no ano de 2019 conforme dados disponibilizados pelo Planetaarroz. Conforme a tabela 4 pode-se observar que a microrregião da Campanha Ocidental é a maior beneficiadora de arroz do Estado, com 2.387.758 toneladas beneficiadas em 2019. A microrregião de Pelotas é responsável por beneficiar 574.226 toneladas de arroz, sendo essa a segunda maior beneficiadora. Já a microrregião de Osório fica com a terceira posição beneficiando 397.167 toneladas. O fato dessas três microrregiões serem as maiores beneficiadoras de arroz do estado faz com que, conseqüentemente, ambas sejam as maiores geradoras de resíduos do arroz. A Campanha Ocidental gera 477.551,6 toneladas de casca de arroz, 214.898,22 toneladas de farelo e 119.387,90 toneladas de quirera, totalizando assim 811.837,7 toneladas de resíduos.

Tabela 4 – Beneficiamento e estimativa da quantidade de resíduos gerados nas microrregiões do Rio Grande do Sul em 2019.

Microrregiões	Beneficiamento (toneladas)	Resíduos (toneladas)		
		Casca	Farelo	Quirera
Campanha Ocidental	2.387.758	477.551,60	214.898,22	119.387,90
Pelotas	574.226	114.845,20	51.680,34	28.711,30
Osório	397.167	79.433,40	35.745,03	19.858,35
Porto Alegre	383.034	76.606,80	34.473,06	19.151,70
Santa Maria	349.155	6.983,10	31.423,95	17.457,75
Camaquã	341.588	68.317,60	30.742,92	17.079,40
Campanha Meridional	227.985	45.597,00	20.518,65	11.399,25
Campanha Central	209.521	41.904,20	18.856,89	10.476,05
Restinga Seca	161.747	32.349,40	14.557,23	8.087,35
Litoral Lagunar	99.998	19.999,60	8.999,82	4.999,90
Lajeado-Estrela	45.543	9.108,60	4.098,87	2.277,15
Montenegro	45.325	9.065,00	4.079,25	2.266,25

Serras de Sudeste	42.107	8.421,40	3.789,63	2.105,35
Cachoeira do Sul	38.058	7.611,60	3.425,22	1.902,90
Total	5.303.212	1.060.642,40	477.289,08	265.160,60

* Foram suprimidas desta tabela todas as microrregiões que não apresentaram beneficiamento de arroz no ano de 2019: Carazinho, Cerro Largo, Erechim, Frederico Westphalen, Gramado-Canela, Guaporé, Jaguarão, Passo Fundo, Sananduva, Santa Cruz do Sul, Santa Rosa, Santiago, Santo Ângelo, São Gerônimo e Três Passos.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do IBGE e PLANETAARROZ.

As 50 maiores empresas do RS beneficiam 5.303.212 toneladas de arroz, o que equivale a 82,01% do total beneficiado no Estado. Sendo que 34 % desse valor corresponde a resíduos, originando 1.806.492,08 toneladas de resíduos do arroz. Esses dados demonstram que a quantidade de resíduos gerados na cadeia de beneficiamento de arroz é, relativamente, significativa e que existe alta disponibilidade desses resíduos no Estado apontando para a possibilidade de reaproveitamento na geração de energia e novos produtos.

A característica de descentralização na geração de resíduos é um fator importante a ser considerado para escolha da abordagem para a reaproveitamento de resíduos. Outro aspecto importante a ser considerado é a composição desses resíduos, que apresentam diferenças significativas entre si, o que delimita os campos de aplicação industrial. Alguns exemplos de rotas tecnológicas que podem ser empregadas para o tratamento de resíduos são as biológicas, físicas e termoquímicas. A quirera, por exemplo é rica em amido, sendo uma matéria-prima com potencial em processos bioquímicos para fins alimentares e não-alimentares. Já a casca de arroz é rica em celulose e sais minerais, como a sílica, o que a torna uma matéria-prima potencial para processos, físicos, químicos, bioquímicos e termoquímicos (MAYER, 2009), com aplicações para geração de energia ou na indústria química e de materiais.

Se considerado apenas o aproveitamento da casca de arroz, que dentre os resíduos é o mais volumoso e de mais difícil destinação, são mais de 1 milhão de toneladas de casca geradas no Estado ao ano. Segundo estudo de Campos (2019), que avalia o potencial de aproveitamento da casca de arroz para a produção de energia elétrica em usinas termoelétricas na microrregião de Osório, a associação em cooperativas de pequenas empresas beneficiadoras de arroz no município de Santo Antônio da Patrulha - RS, retornaria um projeto viável para a geração de energia elétrica a partir da casca de arroz, com retorno do investimento em menos de 10 anos e uma potência nominal de operação de 5000 kW e geração de cerca de 2300 MWh. A base para projeto utilizada por Campos (2019) foi o processamento de 30 mil toneladas de casca de arroz

ao ano, o que nos permite inferir que dentre as quatorze regiões identificadas na Tabela 4, apenas seis não teriam potencial de aproveitamento da casca para essa finalidade. Além disso, microrregiões como a Campanha Ocidental, Pelotas e Osório, que apresentaram maior quantidade de resíduos disponíveis, teriam um potencial de retorno financeiro dos investimentos em poucos anos, o que torna extremamente viável a aplicação de tecnologias para reaproveitamento de resíduos nessas microrregiões.

Cabe destacar, que a recuperação energética da casca de arroz tem impactos positivos nos custos operacionais da agroindústria beneficiadora de arroz, devido a integração de processos térmicos, particularmente em unidades que produzem arroz parboilizado. Para unidades que produzem apenas arroz branco e integral, essa opção de recuperação de resíduos é interessante também por viabilizar, com menores investimentos de capital, a diversificação da produção, com a agregação do arroz parboilizado ao portfólio de produtos. Por fim, as cinzas geradas da queima da casca de arroz podem ainda ser comercializadas para a produção de sílica amorfa, que encontra aplicações na produção de catalisadores, chips e materiais de construção.

O estudo de caso desenvolvido por Campos (2016) é um exemplo que demonstra a viabilidade técnica e econômica do reaproveitamento de um dos resíduos do beneficiamento, com potenciais impactos sobre a criação de renda no município estudado. Evidencia, portanto, o grande potencial de reaproveitamento de resíduos do arroz no estado do Rio Grande do Sul. Estudos mais aprofundados são, contudo, necessários para identificar quais rotas tecnológicas são mais promissoras para cada microrregião e para cada uma das classes de resíduos produzidos no beneficiamento do arroz.

5 Considerações Finais

Para a caracterização do beneficiamento do arroz, os resultados demonstraram que o Rio Grande do Sul possui muita relevância na produção e no beneficiamento no Brasil, sendo que entre os anos analisados de 2008 e 2019 apresentou acréscimo em relação a participação no total produzido no país. A análise de concentração de mercado permitiu observar que existe concorrência no setor de beneficiamento de arroz, característica que é evidenciada pelo grande número de empresas, de diferentes portes. Essa concorrência entre as beneficiadoras, representa a possibilidade de preços menores para os compradores desse resíduo que será a principal matéria-prima na geração de energia e outros produtos o que, conseqüentemente, contribui para redução de custos para essas empresas de reaproveitamento.

O mapeamento da disponibilidade de resíduos gerados no beneficiamento do arroz, mostra que existe significativa disponibilidade de resíduos, os quais estão distribuídos em diversas regiões do território gaúcho, com exceção das microrregiões mais ao norte do Estado. Esses resultados evidenciam que o reaproveitamento de resíduos deve se beneficiar dessas características para agregação de valor à cadeia do arroz, gerando impactos na produção de bens, empregos, renda e promovendo a proteção ambiental e o desenvolvimento local e regional.

A estrutura de distribuição espacial das beneficiadoras, e conseqüentemente da geração de resíduos é um fator importante a ser considerado para escolha da abordagem para a reaproveitamento de resíduos. Como o resíduo do beneficiamento de arroz possui baixa densidade mássica e energética, o transporte de resíduos para o processamento torna o custo de matéria-prima muito elevado, sendo mais eficiente o processamento local em menor escala. Ademais, a baixa densidade energética faz com que a decisão de projeto seja direcionada para processos simples e de baixo custo, de modo a tornar o reaproveitamento de resíduos favorável do ponto de vista econômico. Além disso, a composição desses resíduos, que apresentam diferenças significativas entre si, o que delimita os campos de aplicação industrial, também se mostram determinantes para a definição e instalação das indústrias para o reaproveitamento desses resíduos.

A seleção de rotas tecnológicas que permitam o adequado reaproveitamento dos resíduos localmente é o principal desafio para o desenvolvimento desse setor. Nesse sentido, as rotas termoquímicas se destacam nesse cenário pela sua simplicidade e baixo custo e pela possibilidade de ser integradas aos processos térmicos das próprias usinas de beneficiamento de arroz. Alguns exemplos de rotas tecnológicas que podem ser empregadas no reaproveitamento de resíduos são as biológicas, físicas e termoquímicas.

Por fim, cabe destacar que é possível aproveitar as características da distribuição espacial do beneficiamento de arroz para gerar emprego, renda e desenvolvimento local e regional, através do reaproveitamento dos resíduos agroindustriais, o que além de trazer benefícios socioeconômicos para as microrregiões, contribui com o meio ambiente por promover a redução da geração e disposição de resíduos, e favorecer a produção de energias e produtos renováveis.

Como sugestões para trabalhos futuros destaca-se o estudo das tecnologias que podem ser aplicadas para o reaproveitamento desses resíduos, ressaltando principalmente os processos termoquímicos, pela sua simplicidade e baixo custo, a fim de produzir novos produtos de maior valor agregado mediante o reaproveitamento desses resíduos oriundos do beneficiamento do arroz como matéria-prima.

Referências

- BAIOCCHI, M. L. M. **Aproveitamento de subproduto do beneficiamento de arroz: desenvolvimento de farinha modificada como alternativa para a indústria de panificação.** 2011. 103 f. (Dissertação de Mestrado) - Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- CAMPOS, G.S. **Avaliação do aproveitamento energético da casca de arroz: um estudo de caso no município de Santo Antônio da Patrulha.** 2016. 55 f. (Trabalho de Conclusão de Curso) - Engenharia Agroindustrial Agroquímica, Universidade Federal do Rio Grande, Santo Antônio da Patrulha.
- CAMPOS, G.S.; BORGES, F.C.; PLATT, G.M.; ESCOBAR, M. ESPINDOLA, J.S. Rice husk for thermoelectric generation: a case study in Santo Antônio da Patrulha – RS. 2019. In: **I Congresso Brasileiro de Engenharia de Sistemas e Processos - PSE-BR.** 2019.
- CANALRURAL. Arroz: produtividade no RS está acima da média história, diz Irga. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/arroz/arroz-produtividade-rs-safra-21/>>. Acesso em 15 abr. 2021.
- CARVALHO, L. H. D.; AGUIAR, D. R. D. Concentração de mercado e poder de monopólio na indústria brasileira de esmagamento de soja. 2005.
- CASTOR, K. D. S. **Estrutura de mercado: concentração e concorrência no sistema bancário brasileiro entre 2002 e 2012.** 2013. 65 f. (Monografia de Graduação) - Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- CHAUD, L. C. S.; ARRUDA, P. V.; DE ALMEIDA FELIPE, M. D. G. Potencial do farelo de arroz para utilização em bioprocessos. **Nucleus**, 6, n. 2, p. 1-14, 2009.
- COELHO JUNIOR, L. M. Concentração regional do valor bruto de produção da banana do Paraná, Brasil (1995 a 2010). **Ciência Rural**, 43, n. 12, p. 2304-2310, 2013.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos.** v.6 – Safra 2018/2019 – Décimo segundo levantamento, Brasília, p.1-126, 2019a. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br>>
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Perspectivas para a agropecuária.** v. 7, p. 102, 2019b. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>>. Acesso em 20 nov. 2020.
- COSTA FILHO, D. V. et al. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos. In: **II Congresso Internacional das Ciências Agrárias–COINTER–PDVAgro.** 2017.
- FERNANDES, I. J.; DOS SANTOS, E. C.; OLIVEIRA, R.; REIS, J. M. *et al.* Caracterização do resíduo industrial casca de arroz com vistas a sua utilização como biomassa. **6º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos**, 2015.
- FERREIRA, C. S. **Desenvolvimento do processo de obtenção de filme polimérico a partir da cinza da casca de arroz.** 2005. 88 f. (Dissertação de Mestrado) - Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/rio-grande-do-sul>>. Acesso em 20 nov. 2020.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ - IRGA. **Ranking beneficiamento das 50 maiores indústrias de arroz.** Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/>>. Acesso em 20 nov. 2020.

KON, A. **Economia industrial.** NBL Editora, 1994. 8521307802.

LORENZETT, D. B.; NEUHAUS, M.; SCHWAB, N. T. Gestão de resíduos e a indústria de beneficiamento de arroz. **Revista Gestão Industrial**, 8, n. 1, p. 219-232, 2012.

MAGALHÃES, M. F.; FONSECA, M. V. D. A.; RUSSO, M.; SANTOS, E. T. G. Estruturas de Mercado: a proposta de uma nova taxonomia. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, 3, n. 2, 2010.

MARADINI FILHO, A. M.; MENDONÇA, L. O.; DA SILVEIRA MENDITI, N.; DE CARVALHO, R. V. *et al.* Aproveitamento de resíduos agroindustriais. *In: Vice-reitor*, 2020. v. 29075, p. 287.

MAYER, F. D. **Aproveitamento da casca de arroz em uma micro central termoelétrica avaliação dos impactos econômicos e ambientais para o setor arrozeiro do rio grande do sul.** 2009. 147 f. (Dissertação de Mestrado) - Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria.

MEDEIROS, E. N. M. D. **Uso da técnica de planejamento experimental para otimização de massa cerâmica com a incorporação de resíduos de cinza de casca de arroz, cinza de lenha e lodo de ETA.** 2010. 166 f. (Tese de Doutorado) - Engenharia Civil, Universidade de Brasília - UnB, Brasília.

MIGUELIS, P. M. F. **Avaliação do emprego de biomassas vegetais como processo alternativo no tratamento do efluente gerado no beneficiamento do arroz parboilizado.** 2012. 79 f. (Monografia de Graduação) - Engenharia Química, Universidade Federal do Pampa.

PLANETAARROZ. Irga divulga ranking das indústrias de arroz por beneficiamento no RS. Disponível em:

<https://www.planetaarroz.com.br/noticias/20329/Irga_divulga_ranking_das_industrias_de_arroz_por_beneficiamento_no_RS>. Acesso em 18 jan. 2021.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE – UNEP. **COVID-19 e mudança no clima afetam cadeia produtiva de arroz e seus agricultores.** Disponível em:

<<https://www.unenvironment.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/covid19-e-mudanca-do-clima-afetam-cadeia-produtiva-de-arroz-e>>. Acesso em 11 jan. 2021.

RIGON, M. R. **Avaliação ambiental do uso da casca de arroz como biomassa para fins energéticos e do coproduto cinza aplicado ao concreto.** 2015. 124 f. (Dissertação de Mestrado) - Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

SCHMIDT, C. A. J.; LIMA, M. A. Índices de concentração. **Série de documentos de trabalho**, n. 13, 2002.

SOUSA, J. V. **Industrialização e gestão de resíduos de arroz no Brasil.** 2019. 32 f. (Monografia de Graduação) - Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas.

SOUZA, M. C. C. D. Concentração industrial em quatro ramos industriais. **Revista de Administração de Empresas**, 20, n. 4, p. 27-43, 1980.

SPADOTTO, C. A.; RIBEIRO, W. C. **Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria.** Botucatu: FEPAF, 2006., 2006. 8598187046.

WALTER, M. **Composição química e propriedades antioxidantes de grãos de arroz com pericarpo marrom-claro, vermelho e preto.** 2009. 121 f. (Tese de Doutorado) - Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

