

**Área:** Sustentabilidade | **Tema:** Produção, Cadeia de Suprimento e Logística Sustentável

### **Potencial nutricional e energético derivado da perda de arroz no Brasil**

#### **Nutritional and energy potential derived from rice loss in Brazil**

Gabriel Mutschal De Oliveira, João Batista Corrêa Pereira Filho, Matheus Ricardo De Avila Santos, Raquel

Da Rocha Rossatto e Eduardo Botti Abbade

#### **RESUMO**

O desperdício alimentar representa uma problemática de nível mundial que implica em redução da capacidade das nações em promover segurança alimentar e no desperdício de recursos naturais e econômicos utilizados na produção de alimentos. Este estudo se propôs a analisar a problemática da perda do arroz no Brasil, estimando o potencial nutricional e energético associado a tais níveis de desperdício alimentar. Os dados analisados neste estudo foram obtidos por meio de pesquisas bibliográficas, portais eletrônicos, publicações científicas, dados obtidos na FAO referentes à produção e perda de arroz no Brasil no período de 2001 a 2013. Os procedimentos de análise dos dados foram realizados a partir da importação de bases de dados para o software Excel. Os dados de perda de arroz foram convertidos em perda de potencial nutricional considerando a tabela nutricional do arroz obtida na United States Department of Agriculture (USDA, 2019) e na equação de conversão do arroz em potencial energético publicado por Coelho et. al (2012). Os resultados sugerem que o potencial nutricional médio anual associado à perda do arroz no Brasil é 1768 bilhões de quilocalorias e de 39,5 bilhões de gramas de proteína, representando potencial teórico de suprir nutricionalmente, considerando apenas suprimento energético e proteico, mais de 2 milhões de indivíduos adultos. Já o desperdício do potencial energético relacionado à perda da casca do arroz anualmente é, em média, cerca de 2 GigaWatt de potência. Este estudo reforça a necessidade de se delinear iniciativas que fomentem a redução dos elevados níveis de perda de arroz no Brasil, possivelmente por meio de investimentos em logística, melhores políticas de regulação de mercado e ênfase maior na eficiência da cadeia produtiva do arroz.

**Palavras-Chave:** Perda de alimentos, segurança alimentar, eficiência energética, arroz, cadeia produtiva

#### **ABSTRACT**

Food waste represents a worldwide problem that affects world's capacity to promote food security and implies in waste of natural and economic resources used in food production. This study aimed to analyze the problem of rice loss in Brazil, estimating the nutritional and energy potential associated with such levels of food waste. The data analyzed in this study were obtained through bibliographic searches, electronic portals, scientific publications, and data obtained at FAO regarding rice production and loss in Brazil from 2001 to 2013. Data analysis procedures were performed using database import into Excel software. Rice loss data were converted into nutritional potential loss considering the rice nutritional table obtained at the United States Department of Agriculture (USDA, 2019) and the rice energy conversion equation published by Coelho et. al. (2012). The results suggest that the average annual nutritional potential associated with rice loss in Brazil is 1,768 billion kilocalories and 39.5 billion grams of protein, representing a theoretical potential for nutritional supply, considering only energy and protein supply, for more than 2 million adult individuals. Thus, the waste of energy potential related to the loss of rice husk annually is, on average, about 2 GigaWatt of power. This study reinforces the need to delineate initiatives that promote the reduction of the high levels of rice loss in Brazil, possibly through investments in logistics, better market regulation policies and greater emphasis on the efficiency of the rice production chain.

**Keywords:** Food loss, food security, energy efficiency, rice, production chain

## Potencial nutricional e energético derivado da perda de arroz no Brasil

### *Nutritional and energy potential derived from rice loss in Brazil*

#### RESUMO

O desperdício alimentar representa uma problemática de nível mundial que implica em redução da capacidade das nações em promover segurança alimentar e no desperdício de recursos naturais e econômicos utilizados na produção de alimentos. Este estudo se propôs a analisar a problemática da perda do arroz no Brasil, estimando o potencial nutricional e energético associado a tais níveis de desperdício alimentar. Os dados analisados neste estudo foram obtidos por meio de pesquisas bibliográficas, portais eletrônicos, publicações científicas, dados obtidos na FAO referentes à produção e perda de arroz no Brasil no período de 2001 a 2013. Os procedimentos de análise dos dados foram realizados a partir da importação de bases de dados para o software Excel. Os dados de perda de arroz foram convertidos em perda de potencial nutricional considerando a tabela nutricional do arroz obtida na *United States Department of Agriculture* (USDA, 2019) e na equação de conversão do arroz em potencial energético publicado por Coelho et. al (2012). Os resultados sugerem que o potencial nutricional médio anual associado à perda do arroz no Brasil é 1768 bilhões de quilocalorias e de 39,5 bilhões de gramas de proteína, representando potencial teórico de suprir nutricionalmente, considerando apenas suprimento energético e proteico, mais de 2 milhões de indivíduos adultos. Já o desperdício do potencial energético relacionado à perda da casca do arroz anualmente é, em média, cerca de 2 GigaWatt de potência. Este estudo reforça a necessidade de se delinear iniciativas que fomentem a redução dos elevados níveis de perda de arroz no Brasil, possivelmente por meio de investimentos em logística, melhores políticas de regulação de mercado e ênfase maior na eficiência da cadeia produtiva do arroz.

**Palavras-chave:** Perda de alimentos, segurança alimentar, eficiência energética, arroz, cadeia produtiva.

#### ABSTRACT

Food waste represents a worldwide problem that affects world's capacity to promote food security and implies in waste of natural and economic resources used in food production. This study aimed to analyze the problem of rice loss in Brazil, estimating the nutritional and energy potential associated with such levels of food waste. The data analyzed in this study were obtained through bibliographic searches, electronic portals, scientific publications, and data obtained at FAO regarding rice production and loss in Brazil from 2001 to 2013. Data analysis procedures were performed using database import into Excel software. Rice loss data were converted into nutritional potential loss considering the rice nutritional table obtained at the United States Department of Agriculture (USDA, 2019) and the rice energy conversion equation published by Coelho et. al. (2012). The results suggest that the average annual nutritional potential associated with rice loss in Brazil is 1,768 billion kilocalories and 39.5 billion grams of protein, representing a theoretical potential for nutritional supply, considering only energy and protein supply, for more than 2 million adult individuals. Thus, the waste of energy potential related to the loss of rice husk annually is, on average, about 2 GigaWatt of power. This study reinforces the need to delineate initiatives that promote the reduction of the high levels of rice loss in Brazil, possibly through investments in logistics, better market regulation policies and greater emphasis on the efficiency of the rice production chain.

**Keywords:** Food loss, food security, energy efficiency, rice, production chain.

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar dos esforços desempenhados em escala global, a promoção da segurança alimentar em nível mundial permanece um desafio a ser alcançado (ABBADE; DEWES, 2015; BARRETT, 2010; GODFRAY et al., 2010), assim como a geração e distribuição de energia limpa produzida de forma sustentável (ASDRUBALI et al., 2015; WOON et al., 2016). Neste contexto, a problemática do desperdício alimentar apresenta importante destaque já que a redução dos níveis de desperdício alimentar apresentam elevado potencial de auxiliar na promoção da segurança alimentar e nutricional, além de contribuir para a produção de energia mais limpa (ABBADE, 2017; GARCIA-HERRERO et al., 2018; KIBLER et al., 2018; KIRAN et al., 2014).

O Nexus água-energia-alimentos, framework proposto pelas Organizações das Nações Unidas, emergiu com o propósito de promover o debate acerca da interdependência entre a segurança alimentar, energética e hídrica, sendo tal construção conceitual essencial para promover o alcance aos objetivos do desenvolvimento sustentável (BIGGS et al., 2015; SMAJGL; WARD; PLUSCHKE, 2016). Logo, o debate acerca da promoção da segurança alimentar e da eficiência energética estão interligados sob a perspectiva da abordagem do Nexus.

O arroz apresenta destaque enquanto alimento base pelo seu elevado potencial nutricional, rico em nutrientes como carboidratos, vitaminas e minerais em todas as suas versões, apesar do branco ser o mais consumido. O arroz integral, por manter a sua casca, possui níveis energéticos e nutricionais superiores aos de sua versão polida, além de possuir fibras que aumentam a sensação de saciedade. Com todas essas qualidades e sua larga produção em escala mundial faz do arroz o segundo alimento mais consumido no mundo (ABIARROZ, 2019). Outras características deste bem nutricional é que é possível usar seus subprodutos, como casca e etc., para a produção de biodiesel e etanol, contribuindo assim para reduzir a dependência do petróleo ao diversificar a matriz energética, além de evitar o acúmulo de resíduos, e matéria orgânica (MAYER; HOFFMANN; RUPPENTHAL, 2006).

Expoente na produção de arroz no ocidente, o Brasil é um dos 10 principais países do mundo em termos de produção de arroz (FAO, 2019), sendo que cerca de 70% de sua produção está concentrada no Estado do Rio Grande do Sul (IBGE, 2017). No entanto, estudos evidenciam que a etapa de beneficiamento do arroz é um dos maiores gargalos de sua cadeia produtiva. O Manual do Produtor (Publicado Pela Embrapa) sugere que um dos maiores responsáveis pelo desperdício do arroz são os próprios produtores do bem, sugerindo ainda que tal desperdício poderia ser evitado com a correta manutenção dos equipamentos como colheitadeiras, correto transporte e armazenagem adequada (MESQUITA et al., 1998). Ainda considerando a produção do arroz no estado do Rio Grande do Sul, responsável pela produção de cerca de 67% do arroz brasileiro (CONAB, 2019), de R\$940,84 milhões, houve cerca de R\$179 milhões de perdas, implicando em cerca de 22% da produção (MARTINS; FARIAS, 2002).

Considerando o que foi exposto, este estudo objetivou analisar a problemática do desperdício do arroz no Brasil, estimando ainda o potencial nutricional e energético associado a tais níveis de desperdício alimentar. Este trabalho vai ao encontro de tendências atuais no que se refere ao uso de recursos, e matérias primas considerando a escassez destas. Ao evidenciar seu potencial energético, faz com que esse produto ganhe destaque nacional e possivelmente obtenha fontes de investimento de modo a explorar adequadamente seus potenciais nutricionais e energéticos por meio de uma redução dos níveis de desperdício.

A casca do arroz que pode ser utilizada para geração de eletricidade representa 20% do total de arroz (em casca) colhido (COELHO et al., 2012). Desse modo, passa a possuir maior valor agregado, aumentando o incentivo para produção na indústria e gerando mais impostos

recolhidos. Portanto, reduzir inúmeros danos a natureza, pois a casca ao ser queimada de modo natural libera metano, e ao invés de esperar que a natureza faça esse trabalho, esperar em torno de cinco anos, ela poderia também ser queimada e com o ganho dessa energia elétrica, redução de custos da empresa produtora e geração de créditos de carbono para os investidores (MAYER; HOFFMANN; RUPPENTHAL, 2006). Em suma, os resultados deste estudo são importantes para a academia, pesquisadores na área de sustentabilidade, bem como empresários, indústrias, investidores e ao governo a fim de nortear as decisões para a resolução de problemas ambientais e desperdício alimentar/energético.

## **2. REFERENCIAL**

Esta seção aborda brevemente elementos teóricos acerca da segurança alimentar e energética enquanto dimensões do constructo do NEXUS. Na sequência são explanados elementos teóricos e empíricos acerca do potencial nutricional e energético do arroz.

### **2.1. Segurança alimentar e energética**

Em 16 de outubro de 1945 cria-se a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), uma agência especializada da Organização das Nações Unidas (ONU), que tem como objetivo promover a segurança alimentar e garantir que as pessoas tenham acesso regular a alimentos de alta qualidade para terem uma vida ativa e saudável (FAO, 2018).

A grande especialização em monoculturas, realizado pelos países em desenvolvimento como forma de alavancar a exportação de *commodities* e atrair divisas, é um exemplo de como é possível elevar a disponibilidade de alimentos sem que haja, como resultado, a redução dos índices de fome, uma vez que implica no abandono da perspectiva de autossuficiência nacional na produção de alimentos (ALEM et al., 2015).

A FAO utiliza indicadores de disponibilidade calórica *per capita* diária para medir e avaliar o grau de vulnerabilidade à fome e à subnutrição dos países analisados (KEPPLE; SEGALL-CORRÊA, 2011). De acordo com a FAO oitocentos e vinte e um milhões de pessoas estão na fome, 20,4% do total destas pessoas encontra-se na África, enquanto 11,4% estão na Ásia e 6,1% na América do Sul e Caribe (FAO, 2018). Embora a principal causa da fome e da desnutrição seja a incapacidade de acesso aos alimentos, deve-se destacar a qualidade dos alimentos e sua sanidade, os hábitos e cultura alimentar, e a sustentabilidade do sistema alimentar (ABBADÉ, 2017).

No Brasil, a segurança alimentar foi assegurada por meio da criação do Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN. A Lei nº 11.346 de 15 de setembro de 2006 estabelece em seu artigo segundo que a alimentação adequada é direito fundamental do ser humano, inerente à dignidade da pessoa humana e indispensável à realização dos direitos consagrados da Constituição Federal, e que cabe ao poder político adotar as políticas e ações necessárias para promover e garantir a segurança alimentar e nutricional da população (KEPPLE; SEGALL-CORRÊA, 2011).

Outro grande marco foi o programa Fome Zero que serviu para explicitar a condição de uma política pública de combate à fome, adotando na própria matriz a atenção emergencial às pessoas em situação de insegurança alimentar (ALEM et al., 2015). De acordo com KEPPLE e SEGALL-CORRÊA (2011), 21 a 40 milhões de brasileiros estavam em situação de fome. O consumo calórico ideal para um adulto, recomendado pela FAO é de 2.200 Kcal, ou um percentual deste valor.

## 2.2. Potencial Nutricional do Arroz

Segundo dados da Pesquisa de Orçamento Familiar de 2008-2009 o arroz é um dos principais alimentos consumidos pelos brasileiros, estando na base de sua dieta, o consumo de arroz brasileiro de arroz equivale a 84% da população, sendo assim ele é o alimento que predomina a dieta do brasileiro. Devido a grande importância do consumo de arroz no Brasil é recomendável que ele esteja em pelo menos 5 refeições semanais do brasileiro junto ao feijão, sendo diretamente ligado a melhores autopercepção de saúde (COUTO et al., 2014).

A tabela 1 a seguir apresenta as informações nutricionais contidas em 100 gramas dos 3 tipos de arroz usualmente produzidos e comercializados no Brasil (arroz branco regular, arroz branco parboilizado e arroz integral). Tais informações foram obtidas no USDA *Food Composition Databases* (USDA, 2019).

Tabela 1 - Composição nutricional constante em 100 gramas de arroz de 3 tipos distintos

Nutriente	Unid.	Arroz, branco, de grãos longos, regular, enriquecido, cozido	Arroz, branco, de grão longo, parboilizado, enriquecido, cozido	Arroz, marrom, de grãos longos, cozido
		100g	100g	100g
Água	g	68,44	70,36	70,27
Energia	kcal	130	123	123
Proteína	g	2,69	2,91	2,74
Lipídio total ( gordura )	g	0,28	0,37	0,97
Carboidrato, por diferença	g	28,17	26,05	25,58
Fibra , dieta total	g	0,4	0,9	1,6
Açúcares , total	g	0,05	0,11	0,24
Cálcio , Ca	mg	10	19	3
Ferro, Fe	mg	1,20	1,81	0,56
Magnésio , Mg	mg	12	9	39
Fósforo , P	mg	43	55	103
Potássio , K	mg	35	56	86
Sódio , Na	mg	1	2	4
Zinco , zn	mg	0,49	0,37	0,71
Vitamina C, ácido ascórbico total	mg	0,0	0,0	0,0
Tiamina	mg	0,163	0,212	0,178
Riboflavina	mg	0,013	0,019	0,069
Niacina	mg	1,476	2,309	2,561
Vitamina B-6	mg	0,093	0,156	0,123
Folato , DFE	µg	97	136	9
Vitamina B-12	µg	0,00	0,00	0,00
Vitamina A, RAE	µg	0	0	0
Vitamina A, UI	IU	0	0	0
Vitamina E (alfa- tocoferol )	mg	0,04	0,01	0,17
Vitamina D (D2 + D3)	µg	0,0	0,0	0,0
Vitamina D	IU	0	0	0
Vitamina K ( filoquinona )	µg	0,0	0,0	0,2
Ácidos graxos, saturados totais	g	0,077	0,074	0,260
Ácidos graxos, monoinsaturados totais	g	0,088	0,074	0,369
Ácidos graxos, total de poli-insaturado	g	0,076	0,091	0,366
Colesterol	mg	0	0	0,000

Fonte: USDA [United States Department of Agriculture], Food Composition Databases (USDA, 2019)

A composição química dos alimentos em nutrientes e substâncias não-nutritivas indica seu valor nutricional. Todavia, a proporção em que os nutrientes são utilizados pelo organismo

depende de interações químicas absorptivas e pós-absorptivas. Tais interações dependem da forma química e quantidade do nutriente presente no alimento, da composição do alimento ou refeição em outros nutrientes e substâncias químicas, além do estado nutricional do indivíduo (COZZOLINO, 2005). Para isso, ao se avaliar o valor nutricional de determinado alimento deve-se considerar o conteúdo e a biodisponibilidade de seus nutrientes, especialmente no caso de nutrientes cuja qualidade varia muito entre suas diferentes fontes alimentares, como por exemplo, a proteína e o ferro (ALMEIDA; NAVES, 2002; YOUNG; PELLETT, 1994).

Dessa forma o arroz quando consumido com leguminosas, como é o caso da mistura arroz com feijão, resulta em proteína com melhor qualidade nutricional (JOSEPH; SWANSON, 1993) satisfazendo as necessidades de aminoácidos de indivíduos de todas as idades, com exceção de crianças menores (de até um ano de idade). Sendo assim, o valor nutritivo aumenta, onde ocorre a mistura isso porque os níveis dos aminoácidos limitantes em cada proteína (do cereal e da leguminosa) são corrigidos na mistura (YOUNG; PELLETT, 1994). Assim, o arroz constitui fonte de proteína de boa qualidade quando complementado com quantidades similares de proteínas de leguminosas (NAVES et al., 2004; VEIGA et al., 1985), ou com quantidades menores de proteínas de origem animal (HERNÁNDEZ et al., 1996).

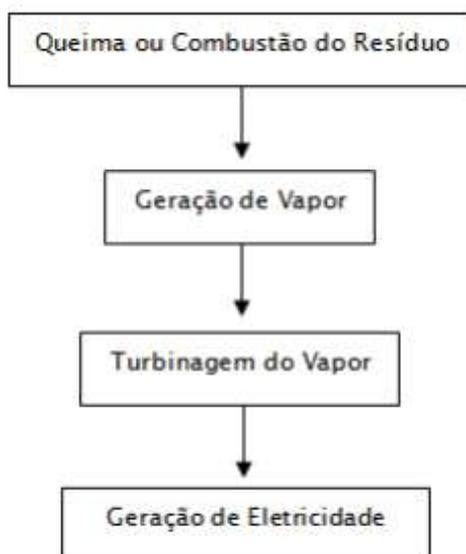
### **2.3. Potencial Energético do Arroz**

A Ásia é responsável pelo maior volume de produção do arroz no mundo e o Brasil encontra-se no 9º lugar. Além disso, o Rio Grande do Sul figura como líder na produção do grão em território nacional, sendo responsável por aproximadamente 67% do volume total da produção (CONAB, 2019). A partir do processo de descascamento do arroz temos a geração do resíduo da casca, representando um grande potencial (SAIDELLES et al., 2012). Para isso, podemos subdividir os resíduos na composição de 34% como resíduo em relação ao peso do grão em casca. Sendo assim, 20% em casca, 9% farelo e 5% de grãos quebrados e utilizados na indústria sob fiscalização de parâmetros percentuais durante o processo (LORENZETT; NEUHAUS; SCHWAB, 2012).

Com base no potencial energético do arroz em específico a casca de arroz para geração de energia, de acordo com a literatura o conceito de poder calorífico superior (PCS) de um combustível é a quantidade de energia total liberada na combustão completa por unidade de massa, o volume constante, considerando que é condensada a água de formação (água formada pela oxidação do hidrogênio molecular) e da umidade da biomassa. Por outro lado, o poder calorífico inferior (PCI) é a quantidade de calor liberado na combustão por unidade de massa de combustível, isto porque a água formada na combustão do hidrogênio não é condensada (SCHIRMER et al., 2017).

A casca de arroz apresentou um PCS médio de de 3.085,89 kcal/kg se comparar com o valor médio do PCS encontrados na literatura, observa-se a viabilidade energética da casca de arroz para uso em usinas termelétricas (MORAIS; SEYE; FREITAS, 2006). Com isso, estes dados corroboram evidência anterior que sugere que a partir do vapor gerado onde nesse caso a combustão da casca, passa a ser aplicada na geração de eletricidade por meio do ciclo Rankine, técnica economicamente viável para o aproveitamento térmico da combustão (HOFFMANN, 1999). A figura 1 abaixo ilustra o processo de geração de energia por meio da casca do arroz (HOFFMANN, 1999; SILVA et al., 2012).

Figura 1 - Fluxograma da geração de eletricidade por meio da casca de arroz.



Fonte: Adaptada de Hoffmann (1999) e Silva et. al (2012).

Diante do modelo de geração da energia elétrica através da Casca de arroz têm-se que considerar conforme já explanado em relação ao poder calorífico inferior (PCI) da casca como 3.384 kcal/kg conforme Coelho et. al (2012). Ainda segundo Coelho (2012) 30% da quantidade de arroz com casca produzido considera-se como resíduo reaproveitável. Diante disso, a partir da quantidade produzida através de dados gerados pelo CONAB, extraí-se 30% e realiza-se a conversão de kcal/kg para kWh/kg, obtida por meio da divisão por 860. Portanto, o cálculo para conversão é dado por pela Equação 1 apresentada a seguir.

Equação 1 – Conversão de em energia

$$\text{Potencial (MW/ano)} = [(t \text{ Arroz} * 0,3) * \text{PCI (kcal/kg)} * 0,15] / 860 * 8322$$

Fonte: Coelho et. al (2012).

Sendo considerado o PCI como poder calorífico inferior, balizado pelo índice de Coelho et. al (2012), 0,15 como sendo 15% do índice aproveitado dentro de 30% de resíduo, o 0,3. Por fim, 860 como fator de conversão e 8322 sendo o total de horas operadas dentro de 95% do total de horas em 1 ano.

Para isso, considerando a produção de arroz em 2018, cerca de 11.7 milhões de toneladas (ABISOLO), é possível fazer cálculo e entender o quanto de eletricidade poderia ser gerado. Orientando a decisão de uma cadeia de abastecimento afinal, se ao invés de aguardar a decomposição da casca, os agricultores tivessem modos de armazenar e converter a biomassa das cascas em energia elétrica, isso poderia ser transformado em quantos kilo ou megawatts de energia elétrica.

Baseando-se nisso dessa produção total de 2018, houve 3,51 milhões de toneladas de subproduto o que aplicado no cálculo para conversão resultando em 17.240 MW/ano de potencial elétrico que poderia ter sido gerado com a produção do grão.

### 3. MÉTODO

A composição do estudo enquadra-se como pesquisa de caráter descritivo ao passo que utiliza referências de estudos anteriores e dados oficiais para estimar o potencial nutricional

energético derivado do arroz perdido no Brasil. Os dados analisados neste estudo foram obtidos por meio de pesquisas bibliográficas, portais eletrônicos, publicações em trabalhos científicos, bem como o Atlas de Bioenergia do Brasil no qual Coelho et. al (2012) publicou através do Centro Nacional de Referência em Biomassa do Brasil (CENBIO). Também foram obtidos dados referentes à produção e perda de arroz no Brasil no período de 2001 a 2013 disponibilizados no portal FAOSTAT (FAO, 2019).

Os procedimentos de análise dos dados do estudo foram realizados a partir da importação de bases de dados para o software Excel. Os dados de perda de arroz foram convertidos em perda de potencial nutricional considerando a tabela nutricional do arroz obtida na *United States Department of Agriculture* (USDA, 2019) e na equação de conversão do arroz em potencial energético publicado por Coelho et. al (2012). A partir disso, foi efetuada a conversão do quantitativo de arroz registrado como perdido pela FAO em potencial de MegaWatts/ano a fim de aferir a quantidade de energia elétrica que poderia ser gerada através da casca de arroz.

#### 4. RESULTADOS

O Brasil é o nono produtor mundial de arroz, tendo registrado em 2017 uma produção total de cerca de 12,5 milhões de toneladas (FAO, 2019; IBGE, 2017). Destaque merece ser dado para o fato de que o Brasil é o único país dentre os 10 principais produtores de arroz no mundo localizado fora do continente asiático. A figura 2 a seguir apresenta os dados referentes ao montante produzido e perdido de arroz no Brasil anualmente no período de 2001 a 2013, segundo os dados da FAO (2019).

Figura 2 - Produção e Perda estimada do arroz no Brasil anualmente no período de 2001 a 2013



Nota: Valores em toneladas.

Observa-se que o Brasil apresenta certa constância em seu montante produzido de arroz, assim como do seu montante de perda. Tal evidência sugere que os motivos que geram as perdas deste cereal ainda se fazem presentes, gerando perdas anuais de quantidade significativa de produção arroseira, ocasionando em importante perda monetária e desperdício de recursos naturais e de capital utilizados na produção do arroz.

De modo a obter os valores de potencial nutricional e energético derivado do arroz perdido, foi elaborada a tabela 2 utilizando como valores de conversão os dados nutricionais obtidos na tabela da USDA (2019) e na equação disponibilizada por Coelho et al. (2012).

Tabela 2 – Conversão da perda do arroz brasileiro em perda nutricional e energética

Ano	Perda (em mil toneladas)	Desperdício de Potencial Nutricional		Desperdício de Potencial Energético
		Kcal (em milhão kcal) (aprox. 125 kcal/100g)	Proteínas (em milhão de gramas) (aprox. 2,8g/100g)	Potencial Elétrico da Casca do Arroz (MW)
2001	1232	1.540.000	34.496	1.815,36
2002	1262	1.577.500	35.336	1.859,56
2003	1303	1.628.750	36.484	1.919,98
2004	1600	2.000.000	44.800	2.357,61
2005	1565	1.956.250	43.820	2.306,03
2006	1374	1.717.500	38.472	2.024,59
2007	1321	1.651.250	36.988	1.946,50
2008	1438	1.797.500	40.264	2.118,90
2009	1509	1.886.250	42.252	2.223,52
2010	1357	1.696.250	37.996	1.999,55
2011	1610	2.012.500	45.080	2.372,34
2012	1399	1.748.750	39.172	2.061,43
2013	1415	1.768.750	39.620	2.085,01

Os resultados deste estudo mostram que o potencial nutricional médio anual associado à perda do arroz no Brasil é 1.768 bilhões de quilocalorias e de 39,5 bilhões de gramas de proteína. Considerando a recomendação de ingestão dietética padrão para um indivíduo adulto de 2.000 kcal e 50 gramas de proteína por dia, estima-se que um indivíduo deva consumir cerca de 730 mil kcal e 18.265 gramas de proteína por ano. Sendo assim, a desperdício nutricional associado à perda do arroz brasileiro apresenta potencial teórico de suprir nutricionalmente, considerando apenas suprimento energético e proteico, mais de 2 milhões de indivíduos adultos (2.421.628 de indivíduos considerando o desperdício calórico e 2.169.779 de indivíduos considerando o desperdício proteico). Além disso, ao consideramos o desperdício do potencial energético relacionado à perda da casca do arroz desperdiçado, os valores calculados sugerem que anualmente desperdiça-se, em média, capacidade teórica de gerar cerca de 2 GigaWatt de potência.

## 5. DISCUSSÃO

O Arroz é um dos grãos mais consumidos no Brasil. Segundo a pesquisa de orçamento familiar (IBGE, 2011), 84% da população consome arroz. Desse modo, o Brasil com grande mercado consumidor, e tendo este alimento, como uma das bases da alimentação possui vasta produção que sua vez acarreta um volume de resíduos da produção desse bem além, de desperdício. Por conseguinte, através deste estudo têm-se destaque para casos como da Safra de 2011, onde o volume desperdiçado da produção alcançou 1.610 toneladas e 2.012.500 milhões de potencial nutricional perdido salientando que o volume de potencial elétrico não utilizado foi de 2.372,34 Megawatts.

Para isso, aplicações e tecnologias diversas podem ser aplicadas no processo de conversão da biomassa residual em energia térmica ou mesmo pelo simples uso desta como combustível sólido. Dentre uso em atividades rurais, pode-se mencionar a secagem de produtos agrícolas (AFONSO JÚNIOR; OLIVEIRA FILHO; COSTA, 2006). Tecnologias mais elaboradas de conversão incluem combustão somente após processo de gaseificação, que obtém biocombustível gasoso e então tem-se processo de conversão em energia térmica mais eficiente (SILVA; SOBRINHO; SAIKI, 2004).

Vale ressaltar que segundo o Guia Alimentar do Ministério da Saúde (2008) recomenda-se a ingestão de 2.000 calorias por dia e comparado ao desperdício nutricional da Safra de 2011 poderia ter sido alimentadas aproximadamente 1 mil pessoas ou mais de 1 ano um único indivíduo, além da perda elétrica. Portanto, diante desses resultados identifica-se potencial de

aplicação para alocação de arranjos logísticos visando minimizar a consequência problemática que é o desperdício nutricional e elétrico do país.

Diante das mudanças climáticas e de problemas sociais relacionados a fome no Brasil temos no campo da geração de energia elétrica na qual provém essencialmente de duas fontes energéticas, segundo Coelho et. al (2012) o potencial hidráulico e o petróleo, com grande predominância da primeira. Apesar da importância dessas fontes, o Brasil dispõe de várias alternativas para geração de energia elétrica, dentre as quais aquelas derivadas da biomassa. Portanto, a combustão da casca de arroz considerando o volume de produção é uma das fontes alternativas para composição de um remanejamento energético.

Ressalta-se que os resultados encontrados vão de encontro ao estudo de Silva et al., (2012), como sendo alto, o potencial para geração de energia utilizando esse resíduo, a casca do arroz. Segundo Silva et al., (2012), caso esse potencial, caso fosse todo utilizado, teria uma representatividade de 0,21% na produção energética nacional, que, atualmente, é de 0,03% da geração elétrica no país.

Considerando os resultados obtidos no estudo temos implicações no campo teórico e prático no que compete ao fomento da pesquisa e utilização de fonte alternativa energética e potencial aumento dos investimentos no setor na prática. Isto é, geração de inovação, onde o mercado que busca uma solução tem no campo teórico alternativa de resolver. Sobretudo, o fator discutido no campo prático onde produtores buscam otimização e aumento de produção a fim de tornar o resultado operacional satisfatório, este estudo contribui de forma a gerar a reflexão para a gestão de recursos, em específico resíduos. Afinal, o volume produzido apresentou-se constante entre 11 e 13 milhões de toneladas por ano justificando a óptica para melhor gestão tendo em vista a escassez de áreas disponíveis.

## **6. CONCLUSÃO**

Este estudo se propôs a apresentar estimativa do potencial nutricional e energético capaz de ser obtido a partir do arroz perdido segundo estimativa da FAO. Os resultados do estudo sugerem que o arroz apresenta montante considerável de perda/desperdício em relação à sua produção total. Tal evidência reforça a necessidade de se delinear iniciativas que fomentem a redução de tais níveis de perdas, como maiores e melhores investimentos em logística, melhores políticas de regulação de mercado e ênfase maior na eficiência da cadeia produtiva do arroz. Considerando o elevado potencial nutricional e energético perdido associado à perda do arroz no Brasil, investimentos que promovam eficiência maior no aproveitamento de tal cultivar agrícola é fortemente encorajado e necessário.

Este estudo apresenta evidências preliminares acerca do desperdício de potencial nutricional e energético associado à perda do arroz no Brasil. Apesar dos resultados já encontrados, é necessário considerar outros elementos pertinentes para a consolidação do método de cálculo adotado. Logicamente, os custos associados ao processo de conversão da casca do arroz em energia e outros usos para o arroz (conversão em biocombustível, por exemplo) devem ser considerados. No entanto, salienta-se que este estudo busca apresentar tais evidências no sentido de discutir e ressaltar a importância de se delinear iniciativas que promovam a redução dos desperdícios de grãos e outros cultivares com elevado potencial nutricional e energético.

Dentre as limitações do estudo destacam-se as dificuldades de encontrar-se referências bibliográficas relacionadas ao assunto bem como, a falta da prática adotada por essas estratégias. Por fim, este estudo limita-se a pequenas séries temporais sem relacionar uma projeção de geração de energia elétrica tendo em vista o aumento populacional e aumento da demanda de energia incluindo isto e o surgimento de carros elétricos. Em suma, o estudo carece de análise de cenários.

Pode-se sugerir como estudo futuro a comparação entre a projeção de geração de energia elétrica por parte das hidrelétricas brasileiras versus a capacidade de geração de energia por meio da combustão da casca e energia solar com objetivo de aferir se há eventual déficit de geração de energia nos próximos anos bem como, sugerir alternativas para geração de energia.

## REFERÊNCIAS

ABBADE, E. B. Availability, access and utilization Identifying the main fragilities for promoting food security in developing countries. **World Journal of Science Technology and Sustainable Development**, v. 14, n. 4, p. 322–335, 2017.

ABBADE, E. B.; DEWES, H. Food insecurity worldwide derived from food supply patterns. **Food Security**, v. 7, n. 1, p. 109–120, 2015.

ABIARROZ. **Abiarroz - Associação Brasileira da Indústria do Arroz**. Disponível em: <<http://abiarroz.com.br/>>. Acesso em: 27 ago. 2019.

AFONSO JÚNIOR, P. C.; OLIVEIRA FILHO, D.; COSTA, D. R. Viabilidade econômica de produção de lenha de eucalipto para secagem de produtos agrícolas. **Engenharia Agrícola**, 2006.

ALEM, D. et al. SEGURANÇA ALIMENTAR E SOBERANIA ALIMENTAR: construção e desenvolvimento de atributos. p. 25, 2015.

ALMEIDA, L.; NAVES, M. M. V. Biodisponibilidade de ferro em alimentos e refeições: aspectos atuais e recomendações alimentares. **Pediatr. mod**, v. 38, n. 6, p. 272–278, 2002.

ASDRUBALI, F. et al. Life cycle assessment of electricity production from renewable energies: Review and results harmonization. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 42, p. 1113–1122, 2015.

BARRETT, C. B. Measuring food insecurity. **Science**, v. 327, n. 5967, p. 825–828, 2010.

BIGGS, E. M. et al. Sustainable development and the water–energy–food nexus: A perspective on livelihoods. **Environmental Science & Policy**, v. 54, p. 389–397, 1 dez. 2015.

COELHO, S. T. et al. Atlas de bioenergia do Brasil. **São Paulo: CENBIO, 66p**, 2012.

CONAB. **Conab - Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em: 27 ago. 2019.

COUTO, S. DE F. et al. Frequency of adherence to the " 10 Steps to Healthy Eating" among school-aged adolescents. **Ciencia & saude coletiva**, v. 19, n. 5, p. 1589–1599, 2014.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. [s.l.] Editora Manole, 2005.

FAO. **SOFI 2018 - The State of Food Security and Nutrition in the World**. Disponível em: <<http://www.fao.org/state-of-food-security-nutrition/en/>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

FAO. **FAOSTAT: Food and agriculture data**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 25 maio. 2019.

GARCIA-HERRERO, I. et al. On the estimation of potential food waste reduction to support sustainable production and consumption policies. **Food Policy**, v. 80, p. 24–38, 1 out. 2018.

GODFRAY, H. C. J. et al. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. **Science**, v. 327, n. 5967, p. 812–818, 2010.

HERNÁNDEZ, M. et al. The protein efficiency ratios of 30: 70 mixtures of animal: vegetable protein are similar or higher than those of the animal foods alone. **The Journal of nutrition**, v. 126, n. 2, p. 574–581, 1996.

HOFFMANN, R. Método avaliativo da geração regionalizada de energia em potências inferiores a 1 mwe a partir da gestão dos resíduos de biomassa-o caso da casca de arroz. 1999.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamento Familiar.** [s.l.] IBGE, 2011.

IBGE. **Pesquisa Agrícola Municipal.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 8 jun. 2019.

JOSEPH, E.; SWANSON, B. G. Growth and nitrogen retention of rats fed bean (*Phaseolus vulgaris*) and bean and rice diets. **Food research international**, v. 26, n. 4, p. 261–269, 1993.

KEPPLE, A. W.; SEGALL-CORRÊA, A. M. Conceituando e medindo segurança alimentar e nutricional. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, p. 187–199, jan. 2011.

KIBLER, K. M. et al. Food waste and the food-energy-water nexus: A review of food waste management alternatives. **Waste Management**, v. 74, p. 52–62, 1 abr. 2018.

KIRAN, E. U. et al. Bioconversion of food waste to energy: a review. **Fuel**, v. 134, p. 389–399, 2014.

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

MARTINS, C. R.; FARIAS, R. Produção de alimentos x desperdício: Tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola–Revisão. **Revista da FZVA**, v. 9, n. 1, 2002.

MAYER, F. D.; HOFFMANN, R.; RUPPENTHAL, J. E. Gestão energética, econômica e ambiental do resíduo casca de arroz em pequenas e médias agroindústrias de arroz. **Simpósio de Engenharia de Produção da UNESP**, v. 13, 2006.

MESQUITA, C. DE M. et al. Manual do produtor: como evitar desperdícios nas colheitas de soja, do milho e do arroz. **Embrapa Arroz e Feijão-Documentos (INFOTECA-E)**, 1998.

MORAIS, M. R.; SEYE, O.; FREITAS, K. T. DE. Obtenção de briquetes de carvão vegetal de cascas de arroz utilizando baixa pressão de compactação. **Proceedings of the 6. Encontro de Energia no Meio Rural**, 2006.

NAVES, M. M. V. et al. Avaliação química e biológica da proteína do grão em cultivares de milho de alta qualidade protéica. 2004.

SAIDELLES, A. P. et al. 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.

SCHIRMER, W. N. et al. caracterização de biomassa residual de fábrica de papel-cartão para aproveitamento energético. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 10, n. 4, p. 1113–1132, 2017.

SILVA, O. DA et al. Potencial energético da biomassa da casca de arroz no brasil. **III SIAUT–Simpósio Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, Paraná, 2012.**

SILVA, J. N.; SOBRINHO, J. C.; SAIKI, E. T. Utilização de biomassa na secagem de produtos agrícolas via gaseificação com combustão adjacente dos gases produzidos. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 2, p. 405–411, 2004.

SMAJGL, A.; WARD, J.; PLUSCHKE, L. The water–food–energy Nexus – Realising a new paradigm. **Journal of Hydrology**, v. 533, p. 533–540, 1 fev. 2016.

USDA. **USDA Food Composition Databases.** Disponível em: <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list?home=true>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

VEIGA, E. V. et al. The nutritive value of a rice and soybean diet for adults. **Nutrition Research**, v. 5, n. 6, p. 577–583, 1985.

WOON, K. S. et al. Environmental assessment of food waste valorization in producing biogas for various types of energy use based on LCA approach. **Waste Management**, v. 50, p. 290–299, 1 abr. 2016.

YOUNG, V. R.; PELLETT, P. L. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. **The American journal of clinical nutrition**, v. 59, n. 5, p. 1203S–1212S, 1994.