



Mercado mundial de arroz: concentração, taxas de crescimento, projeções e índice de presença

Rice world market: concentration, growth rates, projections and presence index

Eliane Gonçalves Gomes¹ , Alcido Elenor Wander^{2,3,4} , Rosaura Gazzola⁵ 

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Solos), Rio de Janeiro (RJ), Brasil. E-mail: eliane.gomes@embrapa.br

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Arroz e Feijão), Santo Antônio de Goiás (GO), Brasil. E-mail: alcido.wander@embrapa.br

³Centro Universitário Alves Faria, Goiânia (GO), Brasil.

⁴Programa de Pós-graduação em Agronegócio, Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia (GO), Brasil.

⁵Superintendência de Estratégia, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Sede), Brasília (DF), Brasil. E-mail: rosaura.gazzola@embrapa.br

Como citar: Gomes, E. G., Wander, A. E., & Gazzola, R. (2024). Mercado mundial de arroz: concentração, taxas de crescimento, projeções e índice de presença. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 62(4), e260806. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2023.260806>

Resumo: O trabalho avaliou o comportamento do mercado mundial de arroz nas dimensões produção, importação e exportação, considerando o período de 1990 a 2019. Foram estimados índices de concentração (razões de concentração dos dois maiores (CR2), dos cinco maiores (CR5) e dos dez maiores (CR10) *players*, quartéis de concentração e Índice Herfindahl-Hirschmann) e taxas de crescimento, calculadas projeções de médio prazo e proposto um índice de presença dos países nesse mercado. A produção de arroz no mundo apresentou níveis elevados de concentração em 1990 (CR2 58%, CR5 75%, CR10 87%, IHH >1800) e foi se tornando menos concentrada em 2000 e 2010 (IHH entre 1400 e 1550), alcançando em 2019 CR2 de 51%, CR5 de 71%, CR10 de 84% e IHH de 1508. A importação mundial de arroz, que apresentava elevados níveis de concentração em 1990 (CR2 56%, CR5 79%, CR10 94%, IHH 1830), passou por um processo de desconcentração ao longo do tempo, alcançando níveis moderados de concentração em 2019 (CR2 42%, CR5 61%, CR10 80% e IHH 1152). A exportação mundial apresenta elevados níveis de concentração em poucos países (CR2 >70%, CR5 >85%, CR10 >90%, IHH >3000). China, Índia, Indonésia, Tailândia e Estados Unidos apresentam os maiores índices de presença no mercado mundial.

Palavras-chave: produção de arroz, comércio de arroz, importação de arroz, exportação de arroz.

Abstract: In this paper we evaluated the world rice market behavior in terms of production, imports and exports, considering 1990 to 2019. We estimated concentration indices (concentration ratios of the two biggest (CR2), five biggest (CR5) and ten biggest (CR10) players, concentration quarters and Herfindahl-Hirschmann Index) and growth rates, we calculated medium-term projections and proposed an index representing the presence of countries in this market. Rice production in the world showed high levels of concentration in 1990 (CR2 58%, CR5 75%, CR10 87%, HHI >1800) and it became less concentrated in 2000 and 2010 (HHI between 1400 and 1550), reaching in 2019 CR2 of 51%, CR5 of 71%, CR10 of 84% and HHI of 1508. The word rice imports, which was highly concentrated in 1990 (CR2 56%, CR5 79%, CR10 94%, HHI 1830), underwent a dispersion process over time, reaching moderate levels of concentration in 2019 (CR2 42%, CR5 61%, CR10 80% and HHI 1152). World rice exports showed high levels of concentration in a few countries (CR2 >70%, CR5 >85%, CR10 >90%, HHI >3000). The highest scores of presences in the world rice market were from China, India, Indonesia, Thailand and United States.

Keywords: rice production, rice trade, rice imports, rice exports.



1. Introdução

O arroz é considerado um dos principais cereais cultivados nos países em desenvolvimento e uma comida básica para, pelo menos, 50% da população mundial (Juliano, 1993; Fukagawa & Ziska, 2019). Apesar das alterações de hábitos alimentares experimentadas nos últimos anos (Ferreira & Barrigossi, 2021), o arroz ainda desempenha um papel relevante tanto na dieta quanto no valor da produção. É produzido em mais de 100 países, com concentração de 90% da produção na Ásia (Papademetriou et al., 2000). Em Juliano (1993), encontra-se um breve relato sobre as origens e a dispersão do cultivo de arroz pelos países do mundo, assim como os diferentes sistemas de produção praticados. Mendez Del Villar (2021) descreve a situação atual do mercado mundial do arroz, considerando produção e comércio, destacando a importância de *players* como Tailândia, Vietnã e Estados Unidos da América no mercado global do arroz. Uma discussão sobre esse cultivo com foco no mercado brasileiro pode ser vista em Ferreira & Barrigossi (2021).

No início da década de 1990, Cramer et al. (1993) já previam o aumento considerável das quantidades transacionadas e preços do arroz no mercado mundial. Previam também que países como Japão, Coreia do Sul, Filipinas, Taiwan e Brasil tornar-se-iam os principais importadores de arroz. Esperava-se um forte aumento das exportações dos Estados Unidos da América. Estas previsões concretizaram-se parcialmente à medida que alguns países passaram a importar mais arroz e outros aumentaram suas exportações, conforme este trabalho irá demonstrar.

O mercado mundial do arroz apresenta indícios de concorrência imperfeita, uma vez que alguns *players* possuem uma participação bem mais expressiva do que outros, com poucos países exportadores e muitos países importadores de arroz. Em economia, concentração de mercado, ou concentração no ramo de atividade (ex. produção, importação ou exportação de arroz), é uma função do número de *players* (países) e das suas respectivas quotas de mercado no total das vendas num mercado (ex. mercado mundial de arroz) (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2003).

Em um boletim trimestral recente publicado pela FAO (Food and Agriculture Organization, 2021a), observa-se uma forte demanda por importação por países da África, um aumento de oferta (vendas) pela Índia e um aumento de consumo pela Ásia. A expectativa é de crescimento de 0,9% da produção mundial em 2021 (Food and Agriculture Organization, 2021a). As projeções de FAO (Food and Agriculture Organization, 2021a) também indicam aumento da utilização em 1,4% em relação a 2020, com destaque para uso em alimentação no Japão, Irã e Vietnã, e para o uso industrial e de ração no Vietnã. Quanto aos estoques, há expectativa de decréscimo de 0,9%, o que representa níveis confortáveis de oferta. O comércio global, segundo a mesma fonte, deve sofrer queda de 1,3%, dada a expectativa de moderada importação por países da Ásia, Europa, América Central e Caribe e uma redução do potencial de crescimento do Extremo Oriente e da África Ocidental.

Como o arroz é uma cultura muito importante para a segurança alimentar das populações nos países (e no Brasil também) e têm sido observadas mudanças na agricultura em termos mundiais, e considerando que o Brasil é apontado com frequência como um importante produtor e fornecedor de alimentos para o mundo, torna-se muito importante compreender a estrutura e a dinâmica do mercado mundial do arroz.

Dado esse contexto, este trabalho buscou responder ao seguinte questionamento: Como está estruturado o mercado mundial de arroz? O objetivo foi estudar o comportamento do mercado mundial de arroz nas dimensões produção, importação e exportação, por países e continentes, a fim de proporcionar uma melhor compreensão da estrutura de mercado mundial vigente para o arroz.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Índices de concentração

A Razão de Concentração CR(k) permite quantificar a participação percentual de mercado (*market share*) de *k players* (países, no caso deste estudo). Primeiramente, os países relevantes foram ordenados em ordem decrescente, segundo as quantidades produzidas, importadas e exportadas. Em seguida, foram acumulados os percentuais de participação até atingir o número de países que se pretendia considerar. Neste estudo, foram considerados os dois, os cinco e os dez maiores produtores, importadores ou exportadores de arroz, representados por CR2, CR5 e CR10, respectivamente (Wander & Cunha, 2018).

O método dos Quartéis de Concentração foi implementado no trabalho conforme descrito em Wander (2011). Os países foram ordenados em ordem decrescente para as variáveis quantidade produzida, quantidade importada e quantidade exportada, por país, em cada um dos anos de estudo (1990 a 2019). Com isso, foi possível identificar os principais países produtores, importadores e exportadores de arroz (Wander & Cunha, 2018).

A metodologia utilizada para distinguir entre os países produtores, importadores e exportadores foi o método dos Quartéis¹: o quartel superior (Q4) é formado pelo menor conjunto de países produtores/importadores/exportadores que respeitam o ordenamento e são suficientes para alcançar pelo menos 25% das exportações/importações de arroz; o terceiro quartel (Q3) é formado pelos países seguintes, até que consiga alcançar, em conjunto com o Q4, 50% das produções/importações/exportações; os outros países seguem a mesma lógica, com Q4 e Q3 em grupo até formar 75% das produções/importações/exportações perfazendo o Q2 e os países restantes formando o quartel inferior (Q1) (Wander, 2011; Wander & Cunha, 2018).

Ressalta-se que, como são países e pode haver oscilações quanto às produções, importações e exportações, bem como na participação destes e até mesmo mudanças nos países que mais produziam/importavam/exportavam arroz nos anos analisados, não é possível garantir que um quartel terá exatamente 25% das exportações/importações. Pode ocorrer que o Q4 reúna 31,27% das exportações/importações, ou que o Q3 reúna 66,90% das exportações/importações. A técnica utilizada apenas garante que haja o mínimo de países possíveis para determinar a porcentagem (25, 50 e 75%), incluindo o país que se sobressaiu e os outros logo abaixo dele, para que se forme o Quartel completo e a análise possa ser utilizada para o conjunto de dados (Wander, 2011).

Já o Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH) foi definido para mensurar a concentração de mercado do arroz, considerando as variáveis quantidade produzida, quantidade exportada e quantidade importada. É calculado a partir da soma dos quadrados da fatia de mercado de cada *player* (P_{ij}) (país, no caso), em relação ao tamanho total do mercado (Santos & Santana, 2003; Elmas & Degirmen, 2009), conforme a equação:

$$IHH = \sum_{i=1}^n P_i^2 .$$

O IHH pode variar de 0 a 10.000, com os extremos representando concorrência perfeita e monopólio, respectivamente. Conforme Wander & Cunha (2018), os *players* com maior *market-share* participam com maior peso na formação do índice, pois ao se elevar o *market-share*

¹ Conforme o Dicionário Eletrônico Aurélio versão 5.0 (Ferreira, 2005): “6. Estat. Numa distribuição de frequência, conjunto de valores compreendidos entre dois quartis consecutivos”. O Quartil é o ponto, enquanto o Quartel é o intervalo entre os pontos (quartis).

ao quadrado, o IHH atribui maior peso aos *players* de maior expressão (Santos & Santana, 2003). Desse modo, quando existe uniformidade entre os *players* de um setor em estudo, ou quando o número de *players* aumenta, o IHH diminui. Nessa perspectiva, Santos & Santana (2003) consideram que valores inferiores a 1.000 indicam a ausência de concentração; entre 1.000 e 1.800, a concentração encontrada é considerada baixa; acima de 1.800, considera-se uma alta concentração.

2.2. Taxas de crescimento

As taxas de crescimento estimadas são aqui categorizadas em taxas de crescimento instantâneas, estimadas via modelos de capitalização contínua (Hazzan & Pompeo, 2012), e generalizadas por meio do ajuste de modelos de séries temporais, conforme proposto por Souza et al. (2022).

2.2.1. Taxa de crescimento sob capitalização contínua

Segundo Hazzan & Pompeo (2012), seja y_t uma variável positiva que evolui no tempo t segundo o regime de capitalização contínua $y_t = e^{\lambda + \beta t + u_t}$, onde $E(u_t) = 0$ e β é a taxa de crescimento sob capitalização contínua, $\frac{d(E(\ln y_t))}{dt} = \beta$. A forma linear do modelo de capitalização contínua é dada por $\ln(y_t) = \lambda + \beta t + u_t$. Conforme Souza et al. (2022), ajustes de regressão linear estimam estatisticamente modelos assim linearizados, com as hipóteses de homoscedasticidade, normalidade e de não correlação serial para os resíduos. Assim, seja $\zeta \in (0,1)$, $\hat{\beta}$ o estimador de β e $s(\hat{\beta})$ seu desvio padrão. O intervalo com nível de confiança $100(1-\zeta)\%$ é dado por $[\hat{\beta} - t(\zeta/2, N-2)s(\hat{\beta}); \hat{\beta} + t(\zeta/2, N-2)s(\hat{\beta})]$, com $t(\zeta/2, N-2)$ sendo o quantil de ordem $100(1-\zeta/2)\%$ da distribuição de Student com $N-2$ graus de liberdade. Caso $\zeta = 0,05$, os intervalos de confiança são a 95%.

2.2.2. Taxa de crescimento generalizada

A variável y_t pode evoluir no tempo segundo o modelo estocástico $y_t = e^{f(t) + u_t}$, onde $f(t)$ é uma função não linear desconhecida e $E(u_t) = 0$. Assim, $\frac{d(E(\ln y_t))}{dt} = f'(t)$ e a taxa de variação depende de t . Segundo Souza et al. (2022), considerando-se o período $[a, b]$, com $0 \leq a < b$, a taxa média de crescimento da variável y no regime de "capitalização contínua" é definida por $\beta_m^{[a,b]} = \frac{1}{b-a} \int_a^b f'(t) dt = \frac{f(b) - f(a)}{b-a}$, com $f(t)$ sendo estimada por métodos adequados. A taxa de crescimento é dada por $\frac{\hat{f}(b) - \hat{f}(a)}{b-a}$, onde $\hat{f}(t)$ o preditor de $f(t)$.

O preditor é estimado pelo método de mínimos quadrados ordinários no caso linear; no caso de erros em séries de tempo podem ser considerados, como aqui, modelos autorregressivos de médias móveis (ARMA) e modelos de alisamento exponencial de Holt-Winters. Nestes casos, conforme discutido por Souza et al. (2022), para $\zeta \in (0,1)$ obtêm-se intervalos de confiança com nível $100(1-\zeta/2)\%$ para $f(t)$. O intervalo $\frac{\hat{f}_{lb} - \hat{f}_{ua}}{b-a} \leq \frac{f(b) - f(a)}{b-a} \leq \frac{\hat{f}_{ub} - \hat{f}_{la}}{b-a}$ (onde l representa o limite inferior e u o superior) tem nível pelo menos $100(1-2\zeta)\%$ para a taxa de crescimento pela desigualdade de Bonferroni (Souza, 1998), para os intervalos $[\hat{f}_{la}; \hat{f}_{ua}]$ e $[\hat{f}_{lb}; \hat{f}_{ub}]$ de $f(a)$ e $f(b)$, respectivamente. No caso de $\zeta = 0,05$, os intervalos têm níveis de confiança

de pelo menos 90%. Para os modelos ARMA, os intervalos para $f(t)$ são calculados pela metodologia correspondente a essa classe de modelos e fazem uso da distribuição de Student. A distribuição normal é usada para alisamento exponencial, com $\hat{f}(t) \pm 1,96s$, onde s^2 é o erro médio quadrático de previsão.

2.3. Modelos de séries temporais

2.3.1. Modelo de suavização ou alisamento exponencial duplo

Segundo Souza et al. (2022), no caso de séries temporais $\ln y_t$ que evoluem com tendência linear e para as quais os coeficientes linear e angular podem variar no tempo, o modelo de alisamento exponencial duplo ou modelo de Holt-Winters não sazonal é conveniente. O coeficiente linear μ_t (nível) da série no período t e a taxa de crescimento β_t em t são dados por $\mu_t = \alpha \ln y_t + (1-\alpha)(\mu_{t-1} + \beta_{t-1})$ e $\beta_t = \gamma(\mu_t - \mu_{t-1}) + (1-\gamma)\beta_{t-1}$, onde α e γ são constantes no intervalo $[0,1]$ e $t=1, \dots, N$ (Bowerman et al., 2005). O preditor da série no período $N+\tau$ com base no período N é dado por $\hat{y}_{N+\tau} = \mu_N + \tau\beta_N$.

2.3.2. Modelo ARMA (p,q,d)

O ajuste de séries temporais univariadas estacionárias pode ser realizado por meio de modelos estacionários ARMA (p,q,d), com p, q, d números inteiros não negativos, conforme Bowerman et al. (2005). A estacionariedade da série, ou seja, ausência de tendências na média e na variância, é obtida pelo cálculo de diferenças (d).

Em geral, usa-se o método de Box-Jenkins na identificação, estimação, diagnóstico e previsão de séries de tempo, após estacionarização via diferenças (Bowerman et al., 2005).

Seja uma sequência de variáveis aleatórias z_t , que evolui segundo o ruído branco se não apresenta correlação serial, tem média zero e variância constante. O processo estocástico x_t evolui segundo um modelo ARMA (p,q) se é estacionário com média μ e para todo inteiro t , conforme $(x_t - \mu) - \phi_1(x_{t-1} - \mu) - \dots - \phi_p(x_{t-p} - \mu) = z_t + \theta_1 z_{t-1} + \dots + \theta_q z_{t-q}$. Os polinômios têm raízes maiores que um (1) em valor absoluto e não possuem fatores comuns. Quando $q=0$ e $p>0$ tem-se um processo autorregressivo de ordem p, AR(p). Quando $p=0$ e $q>0$, tem-se um processo de médias móveis de ordem q, MA(q).

2.4. Índice de presença no mercado

As abordagens até aqui propostas descrevem o comportamento de cada país em cada dimensão de maneira isolada. No entanto, pode ser de interesse estudar as três dimensões de forma conjunta. Para tal, propõe-se o cálculo de um escore que represente a presença de cada país no mercado de arroz, considerando-se simultaneamente a produção, importação e exportação. É proposto o uso de um modelo de Análise de Envoltória de Dados (DEA) com *input* único e unitário e as três dimensões estudadas como *outputs*. As justificativas teóricas e implicações da modelagem DEA com *input* unitário podem ser vistas em Caporaletti et al. (1999) e Lovell & Pastor (1999).

Nesse tipo de estruturação, os escores derivados dos modelos DEA não têm a interpretação usual de escores de eficiência. Os modelos são equivalentes a modelos multicritério aditivos, com a particularidade de que a cada observação é atribuído um conjunto próprio de pesos

(Gomes et al., 2012). O *input* unitário pode ser interpretado como a existência do país, e os três *outputs* como os critérios de desempenho. A formulação que segue representa o modelo calculado para cada país, na qual h_0 é o escore de presença no mercado para o país 0, w_{r0} é o *output* r do país 0 em análise, $r=1, 2, 3$, w_{rk} é o *output* r do país k , $k=1...202$, u_r é o peso atribuído ao *output* r .

$$\text{Max } h_0 = \sum_r u_r w_{r0}$$

sujeito a

$$\sum_r u_r w_{rk} \leq 1, \forall k$$

$$u_r \geq 0, \forall r$$

3. Metodologia

Foram usadas séries históricas de quantidades do período de 1990 a 2019 para cálculo de índices de concentração (razões de concentração CR2, CR5 e CR10, quartéis de concentração e Índice Herfindahl-Hirschmann), de taxas de crescimento e de projeções de médio prazo (cinco anos à frente). Foi proposto, adicionalmente, um escore que caracteriza a presença dos países nesse mercado. O recorte temporal abrange o período recente, desde a abertura comercial em diversos países, inclusive no Brasil.

Para estudar o comportamento do mercado de arroz analisaram-se os dados de séries temporais das dimensões produção, importação e exportação, no período de 1990 a 2019, do mundo, dos continentes e de países produtores, importadores e exportadores que concentram 80% do volume total nessas dimensões. Os dados foram obtidos na base de dados FAOSTAT (Food and Agriculture Organization, 2021b), em março de 2021. As variáveis estão medidas em toneladas equivalentes de arroz beneficiado (*rice, paddy, rice milled equivalent, tonnes*).

Para analisar a concentração do mercado internacional de arroz, utilizaram-se índices que avaliam o grau de concorrência nos mercados. Entre os índices de concentração, optou-se pela razão de concentração CR(k), método dos quartéis de concentração e o Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH), devidamente explicados no item 2.1.

O comportamento das séries temporais também foi analisado em termos da dinâmica de sua evolução por meio de estimativas de taxas de crescimento, projeções futuras de médio prazo (por meio do ajuste de modelos de séries temporais) e índice de presença no mercado.

O modelo de alisamento exponencial foi usado de forma competitiva ao modelo de regressão linear (capitalização contínua) para o cálculo das taxas de crescimento.

Modelos ARMA foram aqui usados tanto para o cálculo de projeções de médio prazo (cinco anos à frente) para as entidades geográficas em análise, nas três dimensões de mercado consideradas, quanto para a estimativa de taxas de crescimento generalizadas.

O modelo DEA estruturado para o cálculo do índice de presença no mercado tem 202 países, *input* único e unitário e três *outputs*, que são o *rank* do total de produção, o *rank* do total de importação e o *rank* do total de exportação. O total é dado pela soma das quantidades no período de 30 anos considerado nas séries temporais (1990-2019). O uso de *ranks* elimina problemas com valores nulos e, assim, permite considerar a totalidade dos países. O escore DEA é aqui interpretado como a presença do país no mercado mundial de arroz e, assim, quanto maior o escore, maior a presença.

Cabe observar que as descrições metodológicas apresentadas nos itens 2.2 e 2.3. seguem o apresentado em Souza et al. (2022). As taxas de crescimento foram estimadas, primeiramente segundo o modelo de capitalização contínua. Para os casos em que o coeficiente de correlação (R^2) foi inferior a 70% (ou seja, o ajuste linear em logs não era aderente à série em estudo), optou-se por calcular essa taxa segundo a abordagem generalizada, via modelos de alisamento exponencial ou ARMA, com escolha pelo modelo de melhor ajuste.

4. Resultados e Discussão

Apresentam-se a seguir os resultados e a discussão dos índices, ajustes e os modelos estudados.

Os índices de concentração são apresentados por dimensão (produção, importação e exportação), considerando as razões de concentração CR2, CR5 e CR10, além dos quartéis de concentração (Q4 = 25%, Q3 =50%, Q2=75% e Q1=100%) e o IHH, de 1990 a 2019.

No que se refere às taxas de crescimento, conforme já comentado, seus valores (e, conseqüentemente, dos respectivos intervalos de confiança) referem-se ao modelo de melhor ajuste. Primeiramente, foram ajustados modelos de capitalização contínua (modelo linear em logs). Nos casos em que o R^2 se mostrou baixo (inferior a 70%), foi ajustado modelo de alisamento exponencial, com cálculo da taxa generalizada correspondente. No entanto, esse modelo apresentou problemas de convergência em algumas situações, para as quais optou-se pelo modelo ARMA.

Registra-se, assim, a notação usada nas tabelas quanto à significância dos intervalos de confiança para as taxas de crescimento.

- Não significativa (^{n.s.}) = significa que a taxa de crescimento não difere de zero, ou seja, manteve-se estável no período analisado, seja para intervalos de confiança a 95% ou a pelo menos 90%.
- Asterisco (*) = significa que o intervalo de confiança da taxa de crescimento é de 95%. Cálculos feitos com taxa instantânea/capitalização contínua, via ajuste de modelos de regressão linear em logs.
- Símbolo (†) = significa que o intervalo de confiança da taxa de crescimento é de pelo menos 90%. Cálculos feitos via taxa generalizada, por meio de ajuste de modelos de alisamento exponencial (AE) ou de modelos ARMA.

4.1. Índices de concentração

4.1.1. Produção

Na Tabela 1, são apresentados os índices de concentração dos países produtores de arroz em anos selecionados. Observando-se as razões de concentração CR2, CR5 e CR10, percebe-se, ao longo do tempo, uma ligeira diminuição da participação dos países maiores produtores. Além disso, analisando-se os países que compõem cada um dos quartéis de concentração Q4 (25%), Q3 (50%) e Q3 (75%), nota-se uma relativa estabilidade, com poucas mudanças ao longo do período analisado.

De forma similar, o Índice Herfindahl-Hirschmann (IHH) iniciou com elevada concentração (IHH=1950), apresentando tendência de queda, até atingir patamares de 1505 em 2019, já considerados como baixa concentração. Em outras palavras, a produção de arroz, que era altamente concentrada em 1990, tornou-se menos concentrada ao longo do período analisado.

Tabela 1. Índices de concentração (razões de concentração CR2, CR5 e CR10, quartéis de concentração e Índice Herfindahl-Hirschmann) dos países produtores de arroz *paddy*, anos selecionados (1990, 2000, 2010 e 2019).

Indicador	1990		2000		2010		2019	
	Indicador	Países	Indicador	Países	Indicador	Países	Indicador	Países
CR2	58,02%	China Índia	52,68%	China Índia	48,95%	China Índia	51,26%	China Índia
CR5	75,60%	CR2 + Indonésia Bangladesh Vietnã	73,07%	CR2 + Indonésia Bangladesh Vietnã	70,47%	CR2 + Indonésia Bangladesh Vietnã	71,46%	CR2 + Indonésia Bangladesh Vietnã
CR10	87,53%	CR5 + Tailândia Myanmar Japão Filipinas Coreia do Sul	86,80%	CR5 + Tailândia Myanmar Filipinas Japão Brasil	85,71%	CR5 + Tailândia Myanmar Filipinas Brasil EUA	84,10%	CR5 + Tailândia Myanmar Filipinas Paquistão Camboja
Q4 (25%)	1	China	1	China	1	China	1	China
Q3 (50%)	1	Índia	1	Índia	2	Índia Indonésia	1	Índia
Q2 (75%)	3	Indonésia Bangladesh Vietnã	4	Indonésia Bangladesh Vietnã Tailândia	3	Bangladesh Vietnã Tailândia	4	Indonésia Bangladesh Vietnã Tailândia
Q1 (100%)	107	-	110	-	109	-	111	-
IHH	1950	-	1634	-	1451	-	1508	-

Fonte: Dados da pesquisa.

Em termos de produção de arroz, ao longo dos 30 anos analisados, houve uma concentração elevada nos anos 1990, passando por uma ligeira desconcentração, com novos entrantes (países que também passaram a produzir arroz) e o aumento da produção em países que produziam quantidades menores nos anos 1990, aumentando a sua participação. Ainda assim, o continente asiático foi e continua sendo o principal continente produtor, reforçando a importância do arroz nesta região do planeta para a segurança alimentar (Bandumula, 2018).

4.1.2. Importação

Na Tabela 2, são apresentados os índices de concentração dos países importadores de arroz *paddy* em anos selecionados. Observando-se as razões de concentração CR2, CR5 e CR10, percebe-se, ao longo do tempo, uma ligeira diminuição da participação dos países maiores importadores de arroz *paddy*. Além disso, analisando-se os países que compõem cada um dos quartéis de concentração Q4 (25%), Q3 (50%) e Q2 (75%), nota-se uma relativa estabilidade, com poucas mudanças ao longo do período analisado, com forte presença de países latino-americanos entre os principais importadores.

De forma similar, o Índice Herfindahl-Hirschmann (IHH) iniciou com elevada concentração (IHH=1830), apresentando tendência de queda, até atingir patamares de 1152 em 2019, já considerados como baixa concentração. Em outras palavras, a importação de arroz *paddy*, que era altamente concentrada em 1990, tornou-se menos concentrada ao longo do período analisado.

No tocante às importações de arroz em casca, também ocorreu um processo de redução de concentração entre os países importadores, de forma que mais países participam, adquirindo quantidades mais significativas de arroz. Os principais países importadores estão localizados em diferentes continentes. Nos anos 1990, entre os grandes importadores, havia diversos países

européus, da América do Norte e do Oriente Médio. Já em 2019, o maior número de países que figuravam entre os grandes importadores estava na América Latina. Percebe-se que houve uma diminuição da participação de países europeus, asiáticos e africanos nas importações mundiais de arroz, e um aumento da participação de diversos países latino-americanos.

Tabela 2. Índices de concentração (razões de concentração CR2, CR5 e CR10, quartéis de concentração e Índice Herfindahl-Hirschmann) dos países importadores de arroz (*paddy*), anos selecionados (1990, 2000, 2010 e 2019).

Indicador	1990		2000		2010		2019	
	Indicador	Países	Indicador	Países	Indicador	Países	Indicador	Países
CR2	56,45%	Espanha Brasil	49,27%	México Turquia	47,38%	México Venezuela	41,71%	México Venezuela
CR5	78,77%	CR2 + Turquia Senegal México	71,85%	CR2 + Brasil Honduras Itália	70,86%	CR2 + Turquia Honduras Nicarágua	60,61%	CR2 + Nepal Costa Rica Honduras
CR10	93,56%	CR5 + Israel França Portugal Nepal Canadá	88,61%	CR5 + Nicarágua Costa Rica Espanha El Salvador Guatemala	85,18%	CR5 + Panamá Costa Rica Guatemala El Salvador Arábia Saudita	80,29%	CR5 + Colômbia Nicarágua Guatemala Turquia Brasil
Q4 (25%)	1	Espanha	1	México	1	México	1	México
Q3 (50%)	1	Brasil	2	Turquia Brasil	2	Venezuela Turquia	2	Venezuela Nepal
Q2 (75%)	3	Turquia Senegal México	3	Honduras Itália Nicarágua	4	Honduras Nicarágua Panamá Costa Rica	6	Costa Rica Honduras Colômbia Nicarágua Guatemala Turquia
Q1 (100%)	43	-	101	-	126	-	136	-
IHH	1830	-	1586	-	1502	-	1152	-

Fonte: Dados da pesquisa.

Smith & Glauber (2020) apontam que existe um relativo desinteresse por parte de muitos países em desenvolver políticas de longo prazo para o fortalecimento da produção e da oferta de alimentos básicos, que assegurem a segurança alimentar de suas populações, especialmente aqueles produtos nos quais possuem vantagens comparativas. Ao invés disso, preferem resolver o problema da oferta no curto prazo, privilegiando a importação de produtos que visam à segurança alimentar. A presença maciça de países latino-americanos entre os grandes importadores de arroz sinaliza este tipo de postura descrita pelos autores.

4.1.3. Exportação

Na Tabela 3, são apresentados os índices de concentração dos países exportadores de arroz *paddy* em anos selecionados. Observando-se as razões de concentração CR2, CR5 e CR10, percebe-se, ao longo do tempo, uma ligeira diminuição da participação dos países maiores exportadores de arroz *paddy*, mas ainda em patamares bem elevados. Além disso, analisando-se os países que compõem cada um dos quartéis de concentração Q4 (25%), Q3 (50%) e Q3 (75%), nota-se uma relativa estabilidade, com poucas mudanças ao longo do período analisado, com forte presença de países latino-americanos entre os principais importadores.

Tabela 3. Índices de concentração (razões de concentração CR2, CR5 e CR10, quartéis de concentração e Índice Herfindahl-Hirschmann) dos países exportadores de arroz (*paddy*), anos selecionados (1990, 2000, 2010 e 2019).

Indicador	1990		2000		2010		2019	
	Indicador	Países	Indicador	Países	Indicador	Países	Indicador	Países
CR2	88,75%	EUA Itália	90,20%	EUA Argentina	83,55%	EUA Rússia	70,22%	EUA Brasil
CR5	98,64%	CR2 + Espanha França Uruguai	96,48%	CR2 + Australia França Paraguai	89,85%	CR2 + Argentina Espanha Paraguai	88,20%	CR2 + Índia Uruguai Paraguai
CR10	99,65%	CR5 + Malawi Países Baixos Colômbia Bélgica- Luxemburgo Argentina	99,31%	CR5 + Rússia Itália Espanha Índia China	95,64%	CR5 + Romênia Suriname Bulgária Grécia China	96,09%	CR5 + Rússia Argentina Grécia Bulgária Espanha
Q4 (25%)	1	EUA	1	EUA	1	EUA	1	EUA
Q3 (50%)	0	-	0	-	0	-	0	-
Q2 (75%)	1	Itália	0	-	0	-	2	Brasil Índia
Q1 (100%)	32	-	68	-	74	-	76	-
IHH	5643	-	6127	-	6141	-	3852	-

Fonte: Dados da pesquisa.

De forma similar, o Índice Herfindahl-Hirschmann (IHH) iniciou com um nível de elevada concentração (IHH=5643 em 1990), apresentando oscilação ao longo do tempo, chegando a baixar para 3852 em 2019, patamar ainda considerado de alta concentração. Em outras palavras, a exportação de arroz *paddy* é altamente concentrada, apresentando pequena diminuição da concentração, mantendo-se os principais *players* inalterados.

As exportações de arroz em casca são bem mais concentradas do que a produção e as importações. Ainda que tenha havido uma ligeira diminuição da concentração, as exportações de arroz seguem muito concentradas em poucos países. Existem barreiras à entrada no mercado de exportação, que incluem as características dos grãos de arroz. O desenvolvimento de novas variedades e sistemas de cultivo demandam investimentos de pesquisa e desenvolvimento de longo prazo, que poucos países têm conseguido efetuar. Além disso, a relação comercial entre países exportadores e países importadores também tem sido recorrente, ou seja, grandes importadores costumam importar de fornecedores (países exportadores) com os quais já possuem relacionamento comercial. É muito difícil para um país se tornar exportador para mercados que importam periodicamente determinado padrão de grãos e quantidades de arroz.

É perceptível também que as exportações de arroz em casa, principalmente a granel, são feitas principalmente por países das Américas, enquanto os exportadores asiáticos, já consolidados, exportam principalmente arroz já beneficiado e embalado. Estas observações estão alinhadas ao que Wander et al. (2021) já apresentaram.

As mudanças climáticas podem afetar a produção de arroz na Ásia, conforme apontado por Sekhar (2018) e Fahad et al. (2019), e em outras regiões do planeta também. Essas mudanças podem alterar a capacidade de produção de países produtores e, portanto, de exportação, de regiões importantes no mercado mundial de arroz, abrindo oportunidades para novos *players*. Por outro lado, a contribuição dos sistemas de cultivo que utilizam irrigação por inundação, e que emitem gases de efeito estufa (GEE) principalmente na forma de metano,

impactam as mudanças climáticas e, com isso, podem também ser impactados pelos hábitos dos consumidores (Maraseni et al., 2018).

4.2. Taxas de crescimento e projeções de médio prazo

4.2.1 Produção

Na Tabela 4, estão representadas as projeções (2020-2024) da produção de arroz para os continentes e o mundo. A projeção da produção de arroz mostra a África em segundo lugar, invertendo sua classificação atual. A América está em terceiro lugar com maior projeção de produção.

Tabela 4. Projeção da produção (t) de arroz para os continentes e o mundo. Anos 2020 a 2024.

		2020	2021	2022	2023	2024
1	Ásia	456.334.037	460.924.455	465.514.874	470.105.293	474.695.711
2	África	25.347.749	26.445.459	26.766.218	27.461.805	27.976.562
3	América	24.418.173	24.308.893	24.536.183	25.490.485	24.256.970
4	Europa	2.671.191	2.658.615	2.646.038	2.633.462	2.620.886
5	Oceania	163.534	147.797	132.060	116.323	100.586
	Mundo	509.349.846	514.798.666	520.247.487	525.696.308	531.145.129

Como pode ser visto na Tabela 5, a produção de arroz no mundo cresceu a uma taxa de 1,44% a.a., com alta significância estatística. Ásia, América e África aumentaram significativamente sua produção de arroz entre 1990 e 2019. Já para a Europa e Oceania a taxa de crescimento da produção manteve-se constante.

Tabela 5. Produção de arroz nos continentes e no mundo. Anos 1990 a 2019. Continentes, produção (t) acumulada de 1990-2019, participação na produção mundial (%), taxa de crescimento anual (%) e intervalos de confiança (%).

		Acumulado 1990-2019	Participação (%)	Taxa de crescimento (%)	Intervalo de confiança (%)
1	Ásia	11.568.430.905	90,72	1,37	[1,26; 1,48] *
2	América	655.550.180	5,14	1,52	[1,22; 1,81] *
3	África	439.196.819	3,44	3,61	[3,39; 3,83] *
4	Europa	72.792.954	0,57	-0,51	[-1,58; 0,54] ^{n.s.+}
5	Oceania	16.258.161	0,13	-1,41	[-49,70; 6,90] ^{n.s.+}
	Mundo	12.752.229.019	100	1,44	[1,34; 1,55] *

^{n.s.} não significativamente diferente de zero; * nível de confiança de 95%; + nível de confiança de pelo menos 90% (modelos ARMA).

Quando analisados os dados dos países que detêm 80% da produção mundial entre 1990 e 2019 (Tabela 6), encontra-se que Índia, Indonésia, Bangladesh, Vietnã, Tailândia e Myanmar obtiveram taxas de crescimento positivas e significativas em sua produção anual entre 1990 e 2019. A China, que é o principal produtor mundial com 30,21% da produção mundial de arroz, tem taxa de crescimento da produção constante.

Na Tabela 7, mostra-se a projeção da produção de arroz para os anos 2020 a 2024 para os países da Tabela 6. Bangladesh ocupa a terceira posição e está à frente da Indonésia. Até 2019, a Indonésia ocupava a 3ª posição na produção mundial de arroz. Na projeção até 2024, essa posição é ocupada por Bangladesh. Os países que ocupam a 5ª, 6ª e 7ª posições na produção mundial de arroz: Vietnã, Tailândia e Myanmar; mantêm as posições nas projeções de produção de arroz até 2024.

Tabela 6. Produção de arroz: Países. Anos 1990 a 2019. Países, produção (t) acumulada de 1990-2019, participação na produção mundial (%), taxa de crescimento anual (%) e intervalos de confiança (%).

		Acumulado 1990-2019	Participação (%)	Taxa de crescimento (%)	Intervalo de confiança (%)
1	China	3.851.894.577	30,21	0,40	[-0,06; 0,87] ^{n.s.+}
2	Índia	2.771.814.304	21,74	1,53	[1,29; 1,76] *
3	Indonésia	1.076.044.779	8,44	0,98	[0,83; 1,13] *
4	Bangladesh	803.718.247	6,30	2,98	[2,69; 3,26] *
5	Vietnã	690.486.545	5,41	2,86	[2,52; 3,19] *
6	Tailândia	564.357.229	4,43	2,12	[1,61; 2,63] *
7	Myanmar	467.080.875	3,66	2,56	[1,92; 3,19] *
	Total	10.225.396.556	80,19		

^{n.s.} não significativamente diferente de zero; * nível de confiança de 95%; + nível de confiança de pelo menos 90% (modelos ARMA).

Tabela 7. Projeção da produção (t) de arroz para 80% dos produtores mundiais. Anos 2020 a 2024.

		2020	2021	2022	2023	2024
1	China	140.279.047	140.745.556	141.212.064	141.678.573	142.145.082
2	Índia	115.650.384	117.053.016	118.455.648	119.858.280	121.260.913
3	Bangladesh	37.048.685	37.688.279	38.327.873	38.967.467	39.607.062
4	Indonésia	36.637.671	36.854.453	37.071.234	37.288.016	37.504.797
5	Vietnã	29.537.290	30.094.428	30.651.567	31.208.705	31.765.843
6	Tailândia	19.170.796	19.427.560	19.684.324	19.941.088	20.197.852
7	Myanmar	17.804.820	18.087.675	18.370.529	18.653.383	18.936.238

A Ásia foi, é e continuará sendo o principal continente produtor de arroz. Todos os grandes produtores devem apresentar aumentos de sua produção no médio prazo, caso não haja limitações novas, como mudanças climáticas.

O grande destaque nas taxas de crescimento e projeções é a África. É esperado que o continente africano ultrapasse a América em produção de arroz. Este aumento da produção de arroz na África é resultante de condições naturais favoráveis, com área agricultável disponível, associado a um esforço de pesquisa e desenvolvimento da cadeia produtiva, que possui a participação do AfricaRice (2023), bem como do esforço coordenado representado pela Coalition for African Rice Development (2023).

No caso da América, o crescimento da produção é moderado, restrito a poucos países como EUA, Brasil, Uruguai, Paraguai e Argentina, e deverá acontecer principalmente de forma vertical (em produtividade), e não por incorporação de novas áreas de cultivo.

Por outro lado, a Europa e a Oceania devem diminuir sua produção de arroz, principalmente por limitações de ordem ambiental (altos custos de oportunidade de área agrícola e água na Europa; escassez de água na Oceania).

4.2.2. Importação

Na Tabela 8, estão representadas as projeções de importação nos cinco continentes para os anos de 2020 até 2024. Quando calculadas as projeções da importação de arroz pelos cinco continentes, os resultados mostram que estes se mantêm na posição atual de importação: Ásia, seguida da África, América, Europa e Oceania.

Tabela 8. Projeção da importação (t) de arroz dos continentes e mundo. Anos 2020 a 2024.

	2020	2021	2022	2023	2024
1 Ásia	19.160.004	20.924.221	20.408.084	20.492.090	21.929.869
2 África	15.550.455	16.020.613	16.802.936	17.836.586	18.257.047
3 América	6.025.932	6.168.727	6.311.522	6.454.317	6.597.113
4 Europa	4.334.198	4.460.418	4.505.822	4.590.876	4.656.477
5 Oceania	598.970	611.259	623.547	635.836	648.125
Mundo	47.117.120	49.641.776	49.787.083	50.364.709	52.480.814

Quando analisados os dados de quantidade importada de arroz pelos cinco continentes e no mundo, entre os anos 1990 e 2019, encontra-se que, no mundo, a importação cresceu a uma taxa de 4,13% a.a. com alta significância.

Para os continentes, encontrou-se que Ásia, África, América e a Europa obtiveram taxas de crescimento positivas e altamente significativas entre os anos estudados. Já a Oceania manteve taxa de crescimento constante ou não diferente de zero. Ver Tabela 9.

Tabela 9. Quantidade (t) importada de arroz pelos continentes e no mundo. Anos 1990 a 2019. Continentes, importação acumulada de 1990-2019, participação na importação mundial (%), taxa de crescimento anual (%) e intervalos de confiança (%).

	Acumulado 1990-2019	Participação (%)	Taxa de crescimento (%)	Intervalo de confiança (%)
1 Ásia	375.195.953	43,69	4,68	[0,49; 8,88] ⁺
2 África	257.618.281	30,00	5,91	[5,45; 6,38] [*]
3 América	117.543.577	13,69	3,12	[2,72; 3,52] [*]
4 Europa	96.060.770	11,19	2,08	[1,83; 2,33] [*]
5 Oceania	12.285.703	1,43	2,58	[-1,00; 6,16] ^{n.s.+}
Mundo	858.704.278	100	4,13	[3,70; 4,55] [*]

^{n.s.} não significativamente diferente de zero; ^{*} nível de confiança de 95%; ⁺ nível de confiança de pelo menos 90% (modelo AE, Holt-Winters).

A importação de arroz é altamente pulverizada: 54 países importam 83% do total das importações de arroz. Na Tabela 10 estão listados os países que perfazem 83% da quantidade mundial de arroz importada entre os anos 1990 e 2019. A Indonésia importa 4,05% do total das importações mundiais e ocupa o primeiro lugar mundial, com taxa de crescimento da importação estável. Filipinas e China são os segundo e terceiro maiores importadores e têm taxas de crescimento da importação positivas e significativas (segundo as projeções esses serão os principais importadores).

Irã, Nigéria, Iraque, Emirados Árabes Unidos, Brasil, Bangladesh, Gana, Hong Kong, Singapura, Coreia do Norte, Alemanha, Rússia, Turquia, Holanda, Angola, Peru, Serra Leoa, Síria, Sri Lanka, Papua Nova Guiné, Libéria, Somália e Venezuela têm taxas de crescimento constantes.

Os seguintes países têm taxas de crescimento da importação acima de 10%, com significância estatística: Coreia do Sul (19,57%); Afeganistão (15,49%); China (14,07%); Nepal (13,77%); Japão (13,09%); Quênia (11,52%); Moçambique (10,54%) e Níger (10,15%).

Os demais países importadores que constam na Tabela 10 e que têm taxas de crescimento positivas (porém, abaixo de 10%) e significativas são: Madagascar (9,20%); Benin (9,11%); Camarões (8,98%); Kuwait (8,51%); Burkina Faso (6,17%); Estados Unidos (5,90%); Costa do Marfim (5,67%); Guiné (5,22%); México (5,03%); Iêmen (4,99%); Bélgica (4,89%); Haiti (4,88%); Arábia Saudita (4,72%); Senegal (4,17%); Oman (4,17%); África do Sul (3,96%); Canadá (3,53%); Cuba (3,47%); Reino Unido (3,46%); Malásia (3,19%) e França (2,76%).

O Brasil é o 12º maior importador mundial (com taxa de crescimento constante) e nas projeções aparece em 11º lugar como maior importador.

Tabela 10. Quantidade importada de arroz: Países. Anos 1990 a 2019. Países, importação (t) acumulada de 1990-2019, participação na importação mundial (%), taxa de crescimento anual (%) e intervalos de confiança (%).

		Acumulado 1990-2019	Participação (%)	Taxa de crescimento (%)	Intervalo de confiança (%)
1	Indonésia	34.745.769	4,05	3,15	[-2,03; 8,32] n.s.*
2	Filipinas	32.811.567	3,82	3,21	[-31,42; 37,84] n.s.+
3	China	32.560.250	3,79	14,07	[5,50; 22,65] +
4	Irã	30.947.233	3,60	3,46	[-1,80; 8,73] n.s.+
5	Nigéria	30.386.214	3,54	4,54	[-6,73; 15,80] n.s.+
6	Arábia Saudita	28.263.739	3,29	4,72	[3,78; 5,67] *
7	Iraque	25.368.687	2,95	3,88	[-2,32; 10,08] n.s.+
8	Costa do Marfim	23.673.418	2,76	5,67	[4,83; 6,51] *
9	Senegal	22.902.847	2,67	4,17	[3,43; 4,91] *
10	Emirados Árabes Unidos	21.857.111	2,55	3,61	[-0,73; 7,94] n.s.+
11	África do Sul	21.501.578	2,50	3,96	[3,17; 4,75] *
12	Brasil	21.333.752	2,48	-0,88	[-2,09; 0,32] n.s.*
13	Malásia	20.875.448	2,43	3,19	[0,73; 5,66] +
14	Bangladesh	20.004.729	2,33	4,20	[-0,23; 10,71] n.s.*
15	Benin	17.974.043	2,09	9,11	[3,85; 14,38] +
16	Japão	16.457.531	1,92	13,09	[0,94; 25,24] +
17	Estados Unidos da América	14.677.141	1,71	5,90	[5,26; 6,53] *
18	México	14.518.262	1,69	5,03	[4,19; 5,87] *
19	Cuba	14.283.076	1,66	3,47	[1,11; 5,84] +
20	Reino Unido	14.276.823	1,66	3,46	[2,87; 4,04] *
21	Gana	12.906.783	1,50	7,11	[-0,05; 14,27] n.s.+
22	França	12.801.117	1,49	2,76	[2,40; 3,12] *
23	Camarões	10.729.204	1,25	8,98	[7,29; 10,67] *
24	China, Hong Kong SAR	10.269.663	1,20	-0,49	[-1,13; 0,14] n.s.+
25	Guiné	9.787.164	1,14	5,22	[0,06; 10,37] +
26	Singapura	9.751.845	1,14	0,94	[-1,38; 3,26] n.s.+
27	Coreia do Norte	9.637.466	1,12	-2,91	[-7,05; 1,22] n.s.*
28	Alemanha	9.626.050	1,12	2,48	[-0,48; 5,45] n.s.+
29	Canadá	9.414.735	1,10	3,53	[3,09; 3,97] *
30	Haiti	9.382.485	1,09	4,88	[4,20; 5,56] *
31	Yêmen	9.095.723	1,06	4,99	[4,31; 5,67] *
32	Moçambique	8.773.512	1,02	10,54	[8,25; 12,83] *
33	Rússia	8.552.185	1,00	-0,99	[-3,34; 1,36] n.s.*
34	Quênia	8.046.418	0,94	11,52	[10,08; 12,97] *
35	Turquia	7.837.123	0,91	0,93	[-0,28; 2,13] n.s.*
36	Bélgica	7.427.250	0,86	4,89	[4,12; 5,66] *
37	Países Baixos	7.414.318	0,86	1,56	[-0,61; 3,72] n.s.+
38	Burkina Faso	7.266.293	0,85	6,17	[5,12; 7,22] *
39	Angola	6.516.175	0,76	5,64	[-0,29; 11,58] n.s.+
40	Peru	6.287.711	0,73	-0,52	[-4,11; 3,08] n.s.*
41	Coreia do Sul	5.981.08	0,70	19,57	[4,48; 34,66] +
42	Niger	5.863.153	0,68	10,15	[7,75; 12,55] *
43	Madagascar	5.685.307	0,66	9,20	[6,98; 11,43] *
44	Nepal	5.683.743	0,66	13,77	[10,75; 16,80] *
45	Serra Leoa	5.383.932	0,63	3,38	[-4,63; 11,39] n.s.+
46	Síria	5.219.017	0,61	-0,14	[-2,18; 1,90] n.s.*
47	Sri Lanka	5.162.192	0,60	2,10	[-2,89; 7,08] n.s.*
48	Papua Nova Guiné	5.062.966	0,59	-0,60	[-2,43; 1,22] n.s.*
49	Libéria	4.873.473	0,57	5,93	[-1,13; 12,98] n.s.+
50	Somália	4.646.038	0,54	5,97	[-0,94; 12,88] n.s.+
51	Afganistão	4.625.870	0,54	15,49	[1,64; 29,33] +
52	Kuwait	4.611.095	0,54	8,51	[3,28; 13,73] +
53	Oman	4.591.893	0,53	4,17	[3,33; 5,02] *
54	Venezuela	4.507.903	0,52	26,70	[-3,71; 57,11] n.s.+
	Total	712.840.104	83		

n.s. não significativamente diferente de zero; * nível de confiança de 95%; + nível de confiança de pelo menos 90% (modelos ARMA).

Na importação de arroz não são esperadas alterações na ordem de importância entre os continentes. Todos os continentes, exceto a Oceania, devem aumentar suas importações de arroz no período de 2020 a 2024. Entre os países que mais importaram arroz de 1990 a 2019 (Tabela 10), chama a atenção que China, Japão, Quênia, Coréia do Sul, Níger, Nepal, Afeganistão e Venezuela aumentaram em mais de 10% suas importações de arroz no período. Estes e outros países são, portanto, mercados que os países exportadores (atuais e novos) precisam considerar em suas estratégias.

4.2.3. Exportação

Na Tabela 11, estão apresentadas nas colunas as projeções das exportações de 2020 a 2024 para os cinco continentes. Observa-se uma predominância destacada da Ásia nessa dimensão.

Tabela 11. Projeção da exportação (t) de arroz para os continentes e o mundo. Anos 2020 a 2024.

		2020	2021	2022	2023	2024
1	Ásia	37.905.052	39.641.307	36.924.114	39.713.929	42.326.605
2	América	6.529.307	6.647.296	6.765.286	6.883.275	7.001.265
3	Europa	2.288.360	2.328.012	2.367.664	2.407.316	2.446.969
4	África	839.507	819.114	831.568	883.965	893.477
5	Oceania	172.850	203.954	230.145	252.200	270.771
	Mundo	47.510.572	49.348.874	47.196.778	49.853.709	52.397.346

A exportação mundial de arroz cresceu entre os anos 1990 e 2019 a uma taxa significativa de 4% a.a., conforme Tabela 12. Entre os continentes, Ásia, América e Europa aumentaram suas exportações de maneira significativa. África e Oceania mantiveram constância na quantidade exportada de arroz.

Tabela 12. Quantidade exportada de arroz: continentes e mundo. Anos 1990 a 2019. Continentes, exportação (t) acumulada de 1990-2019, participação na exportação mundial (%), taxa de crescimento anual (%) e intervalos de confiança (%).

		Acumulado 1990-2019	Participação (%)	Taxa de crescimento (%)	Intervalo de confiança (%)
1	Ásia	663.428.064	74,53	4,63	[4,04; 5,21] *
2	América	147.871.355	16,61	2,62	[2,22; 3,02] *
3	Europa	49.821.859	5,60	2,34	[2,05; 2,63] *
4	África	18.535.368	2,08	5,46	[-3,89; 14,79] ^{n.s.+}
5	Oceania	10.475.368	1,18	-1,53	[-14,90; 11,83] ^{n.s.+}
	Mundo	890.132.011	100	4,00	[3,54; 4,47] *

^{n.s.} não significativamente diferente de zero; * nível de confiança de 95%; + nível de confiança de pelo menos 90% (modelo AE).

Os países que abarcam 80% da exportação mundial de arroz são seis, um panorama bastante diferente daquele da importação mundial, que não conta com essa concentração. Quando analisadas as taxas de crescimento da exportação desses seis países, apresentadas na Tabela 13, verifica-se que apenas Paquistão tem taxa de crescimento crescente e significativa. Os demais apresentam estabilidade na evolução de suas séries temporais, não sendo possível afirmar (dados os intervalos de confiança) se há crescimento ou decréscimo das taxas de exportação.

A projeção das exportações de arroz de 2020 a 2024 pelos países aponta para a Tailândia e Índia mantendo-se nas primeiras posições, conforme os anos anteriores analisados.

Tabela 13. Quantidade exportada de arroz: Países. Anos 1990 a 2019. Países, exportação (t) acumulada de 1990-2019, participação na exportação mundial (%), taxa de crescimento anual (%) e intervalos de confiança (%).

		Acumulado 1990-2019	Participação (%)	Taxa de crescimento (%)	Intervalo de confiança (%)
1	Tailândia	229.403.767	25,77	1,97	[-1,89; 5,84] ^{n.s.+}
2	Índia	151.239.876	16,99	6,32	[-5,07; 17,71] ^{n.s.+}
3	Vietnã	128.399.190	14,42	4,49	[-0,27; 9,26] ^{n.s.+}
4	Estados Unidos da América	89.095.641	10,01	0,41	[-2,04; 2,86] ^{n.s.+}
5	Paquistão	77.760.888	8,74	5,36	[1,39; 9,32] ⁺
6	China	36.467.598	4,1	5,45	[-12,81; 23,72] ^{n.s.+}
	Total	712.366.960	80,03		

^{n.s.} não significativamente diferente de zero; ⁺ nível de confiança de pelo menos 90% (modelos AE).

Nota-se que a Ásia (principal continente exportador), América e Europa aumentaram suas exportações. No caso da Ásia, ela é a principal região produtora e exportadora de arroz. Tailândia, Índia e Vietnã continuam sendo os principais exportadores. No caso da América, alguns países exportam arroz de forma expressiva. No caso da Europa, além da produção de tipos de grãos diferentes (ex. arroz arbóreo) e sistemas de cultivo diferenciados (ex. produção orgânica), tornam a exportação um nicho não preenchido por outros continentes. Além disso, a Europa também reexporta parte do arroz que importa.

4.3. Índice de presença no mercado de arroz

Os 202 países para os quais foram calculados os escores DEA de presença no mercado de arroz foram agrupados em quatro grupos, em função dos quartis dos escores (máximo = 1,000; 3º quartil = 0,8860; mediana = 0,6675; 1º quartil = 0,4460).

No grupo A (escores DEA entre o valor máximo e o 3º quartil), foram alocados 51 países; 55 países no grupo B (do 3º quartil à mediana); 47 no grupo C (da mediana ao 1º quartil); e 49 países no grupo D (escores DEA inferiores ao 1º quartil).

Segundo a modelagem proposta, pertencer ao grupo A significa ter maior presença no mercado de arroz, considerando-se as dimensões produção, importação e exportação conjuntamente, ou seja, o país apresenta um bom equilíbrio quanto à participação nessas dimensões. Pertencer ao grupo D implica em participação marginal no mercado. A Tabela 14 traz o grupo dos países com maior presença no mercado (grupo A) e a Tabela 15 os de menor presença (grupo D). China, Índia, Indonésia, Tailândia e Estados Unidos são os países com maior presença no mercado mundial de arroz.

Tabela 14. Escore DEA de presença no mercado – grupo A.

País	Escore	País	Escore	País	Escore
China	1,000	Costa do Marfim	0,966	Paraguai	0,921
Índia	1,000	Senegal	0,965	França	0,917
Indonésia	1,000	Emirados Árabes Unidos	0,965	México	0,917
Tailândia	1,000	Japão	0,960	Madagascar	0,916
Estados Unidos da América	1,000	Egito	0,959	Rússia	0,915

Tabela 14. Continuação...

País	Escore	País	Escore	País	Escore
Filipinas	0,995	Argentina	0,956	Reino Unido	0,912
Vietnã	0,994	África do Sul	0,955	Cuba	0,911
Bangladesh	0,985	Austrália	0,951	Sri Lanka	0,911
Irã	0,985	Malásia	0,941	Laos	0,906
Nigéria	0,980	Coreia do Sul	0,941	Alemanha	0,904
Paquistão	0,980	Espanha	0,941	Coreia do Norte	0,901
Itália	0,976	Camboja	0,936	Gana	0,901
Arábia Saudita	0,975	Benin	0,935	Grécia	0,894
Myanmar	0,973	Bélgica	0,929	Taiwan	0,893
Iraque	0,970	Guiana	0,926	Camarões	0,891
Uruguai	0,970	Países Baixos	0,924	Hong Kong	0,891
Brasil	0,968	Nepal	0,921	Colômbia	0,886

Tabela 15. Escore DEA de presença no mercado – grupo D.

País	Escore	País	Escore	País	Escore
Tunísia	0,431	Lesoto	0,287	Etiópia	0,198
Albânia	0,426	Tchecoslováquia	0,285	Ilhas Faroe	0,198
Namíbia	0,424	Moldova	0,267	Granada	0,198
Macau	0,421	Bósnia e Herzegovina	0,259	Islândia	0,198
Finlândia	0,414	Bahamas	0,257	Montenegro	0,198
Belarus	0,406	Luxemburgo	0,248	Nauru	0,198
Noruega	0,398	Nova Caledônia	0,248	Niue	0,198
Barbados	0,393	Guiné Equatorial	0,243	Saint Kitts e Nevis	0,198
Maldivas	0,391	Sérvia e Montenegro	0,220	Saint Lucia	0,198
Mongólia	0,376	Kiribati	0,213	São Tomé e Príncipe	0,198
Irlanda	0,373	Malta	0,209	Seychelles	0,198
Croácia	0,365	Samoa	0,205	Sudão do Sul	0,198
Armenia	0,327	Antigua e Barbuda	0,198	Tonga	0,198
Sérvia	0,324	Ilhas Cook	0,198	Tuvalu	0,198
Geórgia	0,305	Dominica	0,198	Chade	0,183
Vanuatu	0,302	Eritreia	0,198	Iugoslávia	0,104
Chipre	0,294				

Os países de maior presença no mercado mundial de arroz são a China, Índia, Indonésia, Tailândia e Estados Unidos. Em outras palavras, estes países são os principais *players* na produção e exportação mundial de arroz. Ou seja, o que ocorrer nestes países terá uma maior influência no mercado internacional de arroz no tocante a expectativas de safra, oferta e preços do arroz.

5. Conclusões

A produção mundial de arroz, altamente concentrada em 1990 e com essa concentração diminuída ao longo do período analisado, cresce a uma taxa de 1,4% a.a. Ásia, América e África crescem significativamente; Europa e Oceania decrescem. China produz cerca de 30,2%

do arroz mundial, com taxa de crescimento constante. Na projeção até 2024, mantém-se na primeira posição.

A importação mundial de arroz cresce a uma taxa de 4,1% a.a. Era altamente concentrada em 1990 e passou para moderadamente concentrada ao longo do período analisado. 80% da quantidade importada total de arroz está distribuída em 54 países. Ásia importa 43,7% do total mundial e cresce 4,7% a.a. Destacam-se os países com taxas de crescimento da importação acima de 10%: Coreia do Sul (19,6%); Afeganistão (15,5%); China (14,1%); Nepal (13,8%); Japão (13,1%); Quênia (11,5%); Moçambique (10,5%) e Niger (10,2%). As projeções para a importação de arroz pelos cinco continentes apontam para Ásia, seguida da África, América, Europa e Oceania, em ordem decrescente de volume de importação.

A exportação mundial de arroz era altamente concentrada em 1990. Mesmo com ligeira diminuição da concentração, continua apresentando níveis elevados de concentração, mantendo-se inalterados os principais *players*, com crescimento de 4% a.a. As projeções para 2024 mostram dominância da Ásia e, dentre seus países, destacam-se Tailândia e Índia nas primeiras posições. Ásia, América e Europa têm taxas de crescimento positivas para exportação; Oceania tem taxa decrescente. Seis países exportam 80% do arroz mundial. No entanto, somente Paquistão tem taxa de crescimento de exportação positiva.

Pode-se, assim, concluir que a produção e a importação de arroz não são concentradas, ao passo que as exportações são sim concentradas em poucos países exportadores.

Em termos do escore de presença no mercado mundial de arroz, que considera simultaneamente as dimensões de produção, importação e exportação, destacam-se China, Índia, Indonésia, Tailândia e Estados Unidos como os países com os escores mais elevados, ou seja, com maior presença nesse mercado.

As dimensões de mercado de arroz, quais sejam, produção, importação e exportação, parecem ser afetadas pelas políticas de segurança alimentar e pelas diferentes barreiras existentes entre os países, seja em relação às características dos grãos e à forma de comercialização (em casca ou industrializado), às relações comerciais ou, ainda, ao interesse em investir em pesquisa e desenvolvimento (novas variedades e sistemas de produção). Cabe salientar que as mudanças climáticas podem ser um fator de mudança nesse mercado, com deslocamento da produção para outras regiões, o que abre oportunidades de mercado para novos participantes.

Para estudos futuros, sugere-se realizar análises agrupando continentes e blocos econômicos, com dados atualizados, para aprofundar a compreensão das dinâmicas econômicas do mercado global do arroz.

6. Referências

- AfricaRice. (2023). Recuperado em 7 de fevereiro de 2022, de <https://www.africarice.org/>
- Bandumula, N. (2018). Rice production in Asia: Key to global food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences. India. Section B, Biological Sciences*, 88(4), 1323-1328. <http://dx.doi.org/10.1007/s40011-017-0867-7>
- Bowerman, B. L., O'connell, R. T., & Koehler, A. (2005). *Forecasting, time series and regression* (4th ed.). Belmont: Thomson Brooks/Cole.
- Caporaletti, L. E., Dulá, J. H., & Womer, N. K. (1999). Performance evaluation based on multiple attributes with nonparametric frontiers. *Omega*, 27(6), 637-645. [http://dx.doi.org/10.1016/S0305-0483\(99\)00022-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0305-0483(99)00022-5)
- Coalition for African Rice Development – CARD. (2023). Recuperado em 7 de fevereiro de 2022, de <https://riceforafrica.net/>

- Cramer, G. L., Wailes, E. J., & Shui, S. (1993). Impacts of liberalizing trade in the world rice market. *American Journal of Agricultural Economics*, 75(1), 219-226. <http://dx.doi.org/10.2307/1242970>
- Elmas, F., & Degirmen, S. (2009). Foreign direct investment and industrial concentration in the Turkish manufacturing system. *International Research Journal of Finance and Economics*, 23(1), 246-252.
- Fahad, S., Adnan, M., Noor, M., Arif, M., Alam, M., Khan, I. A., Ullah, H., Wahid, F., Mian, I. A., Jamal, Y., Basir, A., Hassan, S., & Saud, S., Amanullah, Riaz, M., Wu, C., Khan, M. A., & Wang, D. (2019). Major constraints for global rice production. In M. Hasanuzzaman, M. Fujita, K. Nahar & J. K. Biswas (Eds.), *Advances in rice research for abiotic stress tolerance* (pp. 1-22). United Kingdom: Woodhead Publishing. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-814332-2.00001-0>.
- Ferreira, A. B. H. (2005). *Novo dicionário Aurélio: dicionário eletrônico. Versão 5.0*. Curitiba: Positivo.
- Ferreira, C. M., & Barrigossi, J. A. F. (2021). *Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar*. Brasília: Embrapa. Recuperado em 7 de fevereiro de 2022, de <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1134359>
- Food and Agriculture Organization – FAO. (2021a). *Crop prospects and food situation* (Quarterly Global Report, No. 3). Rome: FAO. <http://dx.doi.org/10.4060/cb6901en>.
- Food and Agriculture Organization – FAO. (2021b). *FAOSTAT*. Rome: FAO. Recuperado em 7 de fevereiro de 2022, de <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Fukagawa, N. K., & Ziska, L. H. (2019). Rice: Importance for global nutrition. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 65(Suppl.), S2-S3. <http://dx.doi.org/10.3177/jnsv.65.S2>
- Gomes, E. G., Abreu, U. G. P. D., Mello, J. C. C. B. S. D., Carvalho, T. B. D., & Zen, S. D. (2012). Unitary input DEA model to identify beef cattle production systems typologies. *Pesquisa Operacional*, 32(2), 389-406. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-74382012005000015>
- Hazzan, S., & Pompeo, J. N. (2012). *Matemática financeira* (7ª ed.). São Paulo: Editora Saraiva.
- Juliano, B. O. (1993). *Rice in human nutrition*. Rome: FAO. Recuperado em 7 de fevereiro de 2022, de <http://www.fao.org/3/t0567e/t0567e00.htm>
- Lovell, C. K., & Pastor, J. T. (1999). Radial DEA models without inputs or without outputs. *European Journal of Operational Research*, 118(1), 46-51. [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(98\)00338-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(98)00338-5)
- Maraseni, T. N., Deo, R. C., Qu, J., Gentle, P., & Neupane, P. R. (2018). An international comparison of rice consumption behaviours and greenhouse gas emissions from rice production. *Journal of Cleaner Production*, 172, 2288-2300. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.182>
- Mendez Del Villar, P. (2021). Producción y comercialización mundial del arroz. In M. Paredes, V. Becerra & G. Donoso (Eds.), *100 años del cultivo del arroz en Chile en un contexto internacional, 1920-2020* (Tomo I, Libro INIA, No. 40, pp. 302-313). Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD. (2003). Concentration. In Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD (Eds.), *Glossary of statistic terms*. Paris: OECD Publishing. Recuperado em 7 de fevereiro de 2022, de <http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=3165>
- Papademetriou, M. K., Dent, F. J., & Herath, E. M. (2000). *Bridging the rice yield gap in the Asia-Pacific region*. Bangkok: FAO. Recuperado em 7 de fevereiro de 2022, de <http://www.fao.org/3/x6905e/x6905e00.htm#Contents>

- Santos, M. A. S., & Santana, A. C. (2003). Análise da competitividade das micro e pequenas empresas de artefatos de madeira do Estado do Pará. *Revista do IESAM*, 1(2), 257-269.
- Sekhar, C. S. C. (2018). *Climate change and rice economy in Asia: implications for trade policy. The State of Agricultural Commodity Markets (SOCO)*. Rome: FAO. 62 p.
- Smith, V. H., & Glauber, J. W. (2020). Trade, policy, and food security. *Agricultural Economics*, 51(1), 159-171. <http://dx.doi.org/10.1111/agec.12547>
- Souza, G. S. (1998). *Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear*. Brasília: Embrapa - Serviço de Produção de Informação.
- Souza, G. S., Gomes, E. G., & Gazzola, R. (2022). Agropecuária brasileira: produtividade e taxas de crescimento. *Revista de Política Agrícola*, 31(1), 86-104.
- Wander, A. E. (2011). Padrões de concentração das cinco principais atividades do agronegócio do Centro-Oeste. In L. R. Calado, B. A. Costa Filho, N. Carvalho Filho & R. D. Oliveira (Eds.), *Temas em administração* (Vol. 1, pp. 27-38). Vila Velha: Opção Editora.
- Wander, A. E., & Cunha, C. A. (2018). Concentração no mercado mundial de arroz: algumas evidências empíricas. *Revista de Economia do Centro-Oeste*, 4(1), 2-12. <http://dx.doi.org/10.5216/reoeste.v4i1.50883>
- Wander, A. E., Silva, O. F., & Ferreira, C. M. (2021). O arroz e o feijão no Brasil e no mundo. In C. M. Ferreira & J. A. F. Barrigossi (Eds.), *Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar* (Cap. 5, pp. 81-100). Brasília: Embrapa.

Recebido: Fevereiro 07, 2022;

Aceito: Fevereiro 17, 2024

JEL Classification: Q17.