

# Arroz em sistemas sustentáveis sob pivô central<sup>1</sup>

Adriano Pereira de Castro<sup>2</sup>  
Carlos Magri Ferreira<sup>3</sup>  
Rodrigo Sérgio e Silva<sup>4</sup>

**Resumo** – Este trabalho discorre sobre questões que influenciam a expansão da produção de arroz em sistemas intensivos, com sucessão de culturas irrigadas por pivô central no Cerrado. Nas últimas décadas, o abastecimento nacional desse cereal foi garantido pela produção concentrada em um estado, enquanto o País é ao mesmo tempo importador e exportador. A melhoria do manejo do solo, o controle de pragas, a disponibilidade de biomassa ou palhada de alta qualidade, o uso eficiente de água, a emissão nula de metano e a produção de grãos sem arsênio, decorrente do plantio de arroz irrigado por pivô central, e o recente aumento de preço do arroz, são indícios que podem alterar a sua matriz produtiva. Observa-se que a maior parte desses equipamentos de irrigação está onde a produção de arroz não é suficiente para abastecer a demanda local, o que limita o desenvolvimento das indústrias de beneficiamento que operam com ociosidade e adquirem a maior parte da matéria-prima no Sul do País. O sistema exhibe tanto aspectos harmônicos quanto dissonantes de preceitos norteadores de sustentabilidade. Os custos de implantação, de manutenção do equipamento de irrigação e de produção são compensados pela produtividade, qualidade, em termos de massa dos grãos e rendimento de grãos inteiros, e pela redução do custo com o transporte da área de produção até a indústria. A principal conclusão é que o futuro do sistema depende da sua competitividade com o arroz do Sul do País, que, por sua vez, subordina-se à adoção de inovações preconizadas pela pesquisa e ao apoio e incentivo da indústria arroseira aos produtores.

**Palavras-chave:** arroz de terras altas, intensificação sustentável, matriz alternativa de produção, segurança alimentar.

## Rice production in a sustainable intensification system under center-pivot irrigation

**Abstract** – In the present work, we conjecture and discuss on issues that influence the expansion of rice production in intensive systems, with succession of crops irrigated by center pivot in the Cerrado region. In the last decades, the national supply of this cereal was guaranteed by the production concentrated in one state, while the country is both importer and exporter. Improved soil management, pest control, availability of high-quality biomass or straw, efficient water use, zero methane emissions, and the production of arsenic-free grain resulting from the cultivation of rice

<sup>1</sup> Original recebido em 9/3/2021 e aprovado em 18/3/2022.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão. E-mail: adriano.castro@embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, analista da Embrapa Arroz e Feijão. E-mail: carlos.magri@embrapa.br

<sup>4</sup> Economista, analista da Embrapa arroz e Feijão. E-mail: rodrigo.silva@embrapa.br

subjected to center-pivot irrigation, and the recent price increase are indications which may alter the rice production matrix. It should be noticed that most of this irrigation equipment is located where rice production is not sufficient to supply the local demand, which limits the development of processing industries that operate idly and acquire most of the raw material in the South of the country. The system presents both harmonic as dissonant aspects to the guiding principles of sustainability. The costs of implementation, maintenance of irrigation equipment, and production are offset by productivity, quality of grain mass and whole grain yield, and by the reduction of the cost of transport from the production area to the industry. The main conclusion is that the future of the system depends on its competitiveness with rice from the South of the country, which in turn is subordinated to the adoption of innovations recommended by research and to the support and encouragement of the rice industry to producers.

**Keywords:** upland rice, sustainable intensification, alternative production matrix, food security.

## Introdução

O setor agropecuário do Brasil, em 2020, respondeu por aproximadamente R\$ 2 trilhões, o que equivale a 26,6% no PIB (Cepea, 2022). No mesmo ano, as importações brasileiras totalizaram US\$ 158,9 bilhões e as exportações, US\$ 209,8 bilhões, enquanto as exportações do agronegócio foram de US\$ 100,7 bilhões e as importações, de US\$ 13,0 bilhões. Em 2020, o País importou 974 mil toneladas de arroz, no valor de US\$ 374 milhões (Brasil, 2021a) e exportou 487,4 mil toneladas de arroz, no valor de US\$ 130,3 milhões (Fazcomex, 2021). O valor bruto da produção primária de arroz em 2021 foi de R\$ 20,5 bilhões (Brasil, 2022). Em termos financeiros absolutos, o montante pode ser considerado pequeno se comparado com o de outras commodities, mas não é desprezível. Além disso, a produção de arroz envolve questões sociais e ambientais de grande significado: geração empregos, segurança alimentar, opção de diversificação e sustentabilidade da produção agrícola, entre outras.

A importância do agronegócio no Brasil é mundialmente reconhecida e, para que o País mantenha essa condição, é fundamental que esteja em consonância com as demandas e os desafios societários globais e com as macrodemandas vinculadas à agricultura sustentável, que se correlacionam com a prevenção e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, produção de alimentos em quantidade suficiente para o crescimento da população e qualidade nutricional

que garanta a saúde dos consumidores (FAO, 2017). Nessa conjuntura, a orizicultura não deve ser vista de modo segmentado, ou seja, ela deve estar integrada às outras cadeias produtivas e sistemas de produção.

Muitas demandas são balizadas por marcos regulatórios e acordos internacionais estabelecidos por países-membros no âmbito de organismos multilaterais. Destaca-se a Agenda 2030, lançada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em setembro de 2015. A agenda é composta por 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) (United Nations, 2015), e as metas propostas devem ser observadas por todas as cadeias produtivas de alimentos (CGIAR, 2019).

Na busca por soluções dos desafios ambientais e de segurança alimentar, surgiu o conceito de intensificação sustentável, que significa o aumento da oferta de produtos agrícolas e de serviços ambientais por hectare. Um ponto fundamental é como alcançar esses objetivos em consonância com a sustentabilidade ambiental. De acordo com Buckwell et al. (2014), o êxito depende de saber aplicar com razoabilidade e sabedoria conhecimentos científicos em cada hectare plantado. Nesse quesito, a produção de arroz sob pivô em áreas de intensificação sustentável possui um cabedal de resultados de pesquisa e práticas encorajadoras – adiante discutidos. Mas, obviamente, são necessários mais estudos que quantifiquem os impactos ambientais, principalmente em relação ao uso de água e energia para acionamento dos equipamentos

de irrigação, bem como quanto à aplicação de insumos.

Os dois principais sistemas de produção de arroz no Brasil são o irrigado por inundação e o de terras altas ou de sequeiro. Na safra 2019/2020, o arroz de terras altas respondeu por 9,5% da produção total do País (Embrapa Arroz e Feijão, 2021). O Brasil é o único País onde o arroz de terras altas desempenha papel fundamental no abastecimento interno; esse sistema atua como um regulador de preços, favorecendo a melhor distribuição da produção do cereal e aproximando a produção das regiões consumidoras.

A produção de arroz no Brasil é suficiente para garantir o autoabastecimento. A Tabela 1 mostra que na safra 2020/2021 foram produzidos 1,4 milhão de toneladas acima da demanda. Embora a região Sul seja a única autossuficiente, nas outras regiões há estados que produzem mais do que sua demanda interna.

Na região Norte, Roraima, Rondônia e Tocantins produzem excedentes – os demais estados são deficitários –, e o exceden-

te do Tocantins poderia suprir quase um terço do déficit do Nordeste, onde todos os estados são deficitários. No Centro-Oeste, só Mato Grosso produz mais do que a demanda interna. O Sudeste é abastecido quase que exclusivamente por outras regiões, mas as indústrias de beneficiamento de arroz do Triângulo Mineiro, que detêm mais de um terço do mercado do estado, importam a matéria-prima do Paraguai (Ferreira & Mendez del Villar, 2004). A região Sul é a que garante o abastecimento nacional, inclusive o Paraná, que não é autossuficiente.

Este trabalho não pretende propor que o sistema de produção de arroz sob pivô central provoque uma ruptura e venha a ser, no curto prazo, substituído dos eficientes sistemas de produção irrigada do Rio Grande de Sul, de Santa Catarina e do Tocantins, mas expor, subsidiar e embasar tomadas de decisão pelo lado produtivo e das políticas públicas sobre o potencial desse sistema em assumir protagonismo na produção nacional, principalmente em determinadas regiões e cenários, situação que pode contribuir significativamente para a segurança alimentar.

**Tabela 1.** Brasil – produção e demanda de arroz (base casca) por região na safra 2020/2021.

Região	Produção arroz casca (t mil)			Estimativa de consumo <sup>(1)</sup> de arroz em casca na região (t mil)	Autossuficiência	Arroz em casca (t mil)	
	Arroz de terras altas	Irrigado	Total			Excedente	Déficit
Norte	264,2	733,2	997,4	793,8	Não	0	506,7
Nordeste	226,7	96,1	322,8	2.506,3	Não	0	-2.183,5
Centro-Oeste	402,9	200	602,9	877,3	Não	0	495,6
Sudeste	6,8	35,5	42,3	4.246,2	Não	0	-4.203,9
Sul	5,2	8.993,5	179,2	1.068,0	Sim	8.151,00	0,0
<b>Brasil</b>	<b>905,8</b>	<b>9.998,3</b>	<b>10.904,1</b>	<b>9.491,5</b>	<b>Sim</b>	<b>1.412,6</b>	<b>0,0-</b>

<sup>(1)</sup> Cálculo feito com dados de consumo per capita de arroz polido estimado pela Euromonitor Consulting (2019): Sudeste (36 kg/ano), Nordeste (33 kg/ano), Sul (28 kg/ano), Centro-Oeste (40 kg/ano), Norte (32 kg/ano) e Brasil (34 kg/ano). Os dados foram convertidos para arroz em casca e multiplicados pelo número de habitantes.

Fonte: adaptado de Euromonitor Consulting (2019), Conab (2021b) e IBGE (2021b).

Considerando-se que estresses climáticos, ocorrências de pragas, circunstâncias agrônômicas e financeiras, entre outros fatores, podem reduzir a produção do arroz irrigado por inundação, é estratégico considerar uma matriz alternativa de produção. Mas para que o Brasil se torne um importante *player* no mercado internacional desse cereal, é fundamental o aumento da produção nas regiões deficitárias de modo que se possa exportar sem que falte o produto para os brasileiros.

Para Burlingame & Dernini (2012), produzir alimentos localmente é a melhor maneira de garantir a segurança alimentar e evitar distúrbios decorrentes da globalização e incertezas internacionais. Essa afirmação, dadas as dimensões do Brasil, é aplicável às nossas condições e à cultura do arroz. As possibilidades da orizicultura brasileira são mais promissoras quando se consideram as complementaridades e a pulverização dos sistemas de produção, pois, aumentando a segurança alimentar, eleva-se a possibilidade de exportação (Ferreira, 2014).

## Contexto e perspectiva do arroz irrigado por pivô

O pivô central é um sistema de irrigação por aspersão, cujo equipamento consiste em uma torre ancorada no centro da área irrigada, permitindo o movimento circular de uma tubulação aérea sobre torres com rodas, de comprimento e altura variados, que aplica uma lâmina d'água homogênea, previamente estabelecida, sobre a plantação. A operação do sistema exige pouca mão de obra comparada com o método de irrigação por inundação, que é mais usado na produção de arroz. O sistema pode ser utilizado em diversos tipos de solo e topografia, e Alves Júnior et al. (2017) destacam outras vantagens no plantio, nos tratos culturais e colheita e sua facilidade na sucessão de culturas, já que o equipamento não precisa ser removido.

De acordo com o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006), a área total irrigada no Brasil era de 4,54 milhões de hectares, e a área

sob pivô era de 892 mil hectares. Segundo Fontenelle et al. (2019), em levantamento feito em 2017, a irrigação sob pivô central ocupava 1,40 milhão de hectares, ou 19,9% da área total irrigada no Brasil, assim distribuída: Norte, 1,1%; Nordeste, 16,7%; Sudeste, 44,5%; Sul, 8,4%; e Centro-Oeste, 29,3%. Em 2020, estudo da Embrapa detectou uma área de 1,61 milhão de hectares, irrigadas por 25 mil pivôs: 8.545 em Minas Gerais, irrigando 501 mil ha; 4.207 em Goiás, 289 mil ha; 3.099 na Bahia, 236 mil ha; 4.734 em São Paulo, 213 mil ha; 1.117 em Mato Grosso, 138 mil ha; 185 mil no Tocantins, 17 mil ha; e 270 no Distrito Federal, 15 mil ha. A área irrigada nesses estados é de 1,41 milhão de hectares (Guimarães & Landau, 2020).

A maior concentração de pivôs está no Brasil Central, onde são diversas as culturas irrigadas: feijão, milho, soja, trigo, tomate industrial, algodão, cana-de-açúcar, batata, cebola, alho, citrus, mamão, banana e pastagens, entre outras. O feijão e o trigo merecem menção especial. O feijão, porque a terceira safra, plantada entre maio e junho, exerce papel fundamental na regulação do mercado e do preço. O trigo, cereal de que o Brasil é grande importador, tem ocupado área de 25 mil a 50 mil hectares, que corresponde a cerca de 3,5% da área cultivada no sistema irrigado por pivô (Chagas et al., 2020). O arroz surge como nova opção, rentável e sustentável, com uma série de benefícios quando inserido nesse sistema de intensificação de cultivo.

As irrigações com pivô central na região do Cerrado são mais efetivas no período seco, de maio a setembro (Sano et al., 2005). No período das chuvas, normalmente cultiva-se soja ou milho, que são irrigados de forma complementar, na eventualidade de ocorrência de veranicos. O arroz se encaixaria nessa situação.

Na região central do Brasil, o plantio do arroz irrigado sob pivô pode ser feito em três épocas: a primeira, em agosto/setembro, é considerada uma antecipação em relação à safra normal; a segunda é em novembro, no ciclo normal no calendário agrícola da região; e a terceira, "segunda safra" ou "safrinha", ocorre em janeiro/

fevereiro, dependendo da localidade e da possibilidade de ocorrência de baixas temperaturas na fase de florescimento da cultura, que prejudicam a produtividade. A colheita, entre 100 e 110 dias depois do plantio, depende da cultivar plantada e do ambiente.

Para Alves Júnior et al. (2017), a viabilidade econômica de um empreendimento agrícola com irrigação é influenciada pelos custos de implantação, manutenção e eficiência do sistema, que, por sua vez, variam em função das lâminas aplicadas e do manejo de irrigação ao longo do ciclo. Dessa forma, sendo o arroz uma cultura exigente em água, a opção de seu cultivo em período sem chuvas exigiria pivôs com maior capacidade de disponibilização de lâmina de água, o que acarretaria significativo aumento dos custos de implantação e produção, por causa do alto consumo de energia. Além disso, essa opção usaria um recurso natural cada vez mais sujeito a conflitos entre seus usuários e finalidades: a água. Portanto, das três opções citadas para o cultivo do arroz sob pivô central, essa é a menos indicada. Já nos cultivos da safra normal e da safrinha (entre novembro e maio), normalmente caracterizados pela abundância de chuvas, os pivôs são acionados pontualmente, caso ocorra algum período mais prolongado sem chuvas (veranicos). O aproveitamento quase exclusivo das chuvas para a condução da safra propicia o uso eficiente desse recurso a um custo energético mínimo.

O custo de produção de áreas irrigadas, além das despesas com irrigação, é composto por gastos com sementes, fertilizantes, defensivos, tratos culturais, colheita e outros (Alves Júnior et al., 2017). Segundo Tortelli et al. (2019), no Rio Grande de Sul o custo de produção de arroz irrigado sob pivô é cerca de 20% inferior ao do sistema irrigado por inundação. De acordo com o Irga (2022), o custo de produção na safra 2020/2021 foi de R\$ 11.567,74 por hectare. Concenço & Azambuja (2017) complementam que os custos são menores, mesmo considerando o investimento na aquisição do pivô. Parfitt et al. (2017) concluíram que o consumo de água

no sistema de irrigação mais adotado no Rio Grande do Sul, inundação contínua, em áreas com relevo mais ondulado, comuns na região da Fronteira Oeste, supera, em muitas situações, os 1.500 mm por ciclo de cultivo. Nos mesmo locais, dependendo das condições climáticas durante a safra, o sistema de irrigação por aspersão consome de 400 mm a 700 mm. Ressalta-se que o cultivo sob pivô no Rio Grande do Sul acontece quando não há chuvas, ou seja, toda a demanda hídrica do arroz provém de barramentos, o que torna os custos altos quando comparados aos do mesmo sistema, mas com o arroz de terras altas no Brasil Central, onde a irrigação é suplementar no caso de não haver chuvas.

Em 2019, a equipe de transferência da Embrapa Arroz e Feijão acompanhou a produção e calculou o custo de uma lavoura de arroz sob pivô em Goiás: R\$ 3.699,81/ha. O custo com irrigação respondeu por 12,8% do total, o que poderia ser menor, já que o cultivo foi feito no pico do período seco. A produtividade média foi de 6.360 kg/ha e no mês da colheita, janeiro de 2020, a saca de 60 kg do produto em casca era de R\$ 72,00. Nesse exemplo, a lucratividade foi de R\$ 3.932,35/ha, correspondente a 54 sacas. Empresários de indústrias de beneficiamento de arroz em Mato Grosso informaram que adquiriram em 2020 arroz de lavouras sob pivô, cuja produtividade variou de 5.100 kg/ha a 6.120 kg/ha, com rendimento de inteiros variando de 57% a 64%. Já em 2021, o custo estimado pelos produtores foi de R\$ 6.500,00 e a produtividade média, de 100 sacas. A qualidade dos grãos foi mantida, sendo a saca comercializada a R\$ 100,00. Nesse cenário, a lucratividade cresceu.

Para efeitos comparativos, em estudo na região sul de Mato Grosso do Sul na safra 2015/2016 o custo total por hectare da soja RR1 irrigada por pivô foi de R\$ 3.108,32. O custo operacional, englobando os insumos, as operações agrícolas, a irrigação, outros custos e a depreciação, respondeu por 74,2% do total, correspondendo a R\$ 2.302,79. A produtividade da soja nessas condições gira em torno 4.200 kg/ha.

A produtividade média da soja em Mato Grosso do Sul na safra 2019/2020 foi de 3.508 kg/ha (IBGE, 2021a). Os preços considerados foram de junho de 2015 e a receita bruta obtida foi R\$ 3.850,00, lucratividade de R\$ 741,68, correspondente a 13 sacas de soja (Richetti et al., 2015).

## **Destques do cultivo do arroz sob pivô central**

A orizicultura sob pivô central não deve ser vista considerando-se só o retorno financeiro, mas também sua contribuição para a manutenção e melhoria do sistema de produção. Um dos benefícios da inserção do arroz em áreas de pivô é a quebra do ciclo das pragas, tornando as áreas mais eficientes para outras culturas num processo de rotação do sistema de produção. O cultivo sucessivo de uma mesma cultura, ou culturas que sejam hospedeiras dos mesmos patógenos, pode acarretar problemas sanitários impeditivos para novos cultivos. O termo pragas aqui deve ser entendido no seu amplo conceito, que envolve doenças, insetos e plantas daninhas.

Inomoto et al. (2011) estudaram a infestação por nematoides em sucessão de cultura com algodão, milho, soja e caupi, irrigadas por pivô central. Uma das conclusões foi que a sucessão de cultura precisa ser cuidadosamente planejada em áreas infestadas com nematoides polífagos, principalmente naquelas onde ocorrem mais de duas espécies patogênicas às culturas utilizadas. Costa et al. (2019) levantaram espécies de nematoides das lesões radiculares associadas ao cultivo de arroz, soja, milho e feijão no Brasil Central, especialmente no Cerrado. Em relação ao arroz, avaliaram a reação do hospedeiro e os níveis populacionais de *Pratylenchus* spp. e concluíram que, dependendo da tolerância dos genótipos de arroz, o fator de multiplicação pode ser muito inferior quando comparado ao das culturas de milho e soja, o que torna os genótipos opções de grande interesse nos sistemas de integração sustentável.

Várias pesquisas trabalham com o objetivo de comprovar observações de campo que apon-

tam o impacto da inserção da cultura do arroz na quebra ou redução da população de diversos patógenos da parte aérea e do sistema radicular causadores de grandes prejuízos nas culturas de soja e feijão. São esperados resultados que comprovem o papel da cultura do arroz na mitigação dos efeitos nocivos de patógenos nos sistemas de intensificação sustentável.

Outra vantagem significativa da inserção do arroz em áreas de agricultura intensiva sob pivô é a palhada de alta qualidade deixada no solo. A parte aérea e raízes da planta de arroz produzem uma densa biomassa ou palhada que contribui para o incremento de carbono e de matéria orgânica no solo (Madari et al., 2018), o que melhora sua fertilidade química, biológica e a estrutura física, variáveis diretamente relacionadas à manutenção da produtividade e à resiliência do sistema (Nascente & Stone, 2015; Lacerda et al., 2016). Na rotação soja-arroz, por exemplo, há a promoção da ciclagem de nutrientes e o equilíbrio da relação carbono/nitrogênio, fundamental para a manutenção da qualidade e do estoque de carbono orgânico do solo (Carvalho et al., 2020). Foi constatado significativo aumento da produtividade da soja no cultivo em sucessão ao arroz (Nascente & Stone, 2018).

O caráter sustentável da produção de arroz sob pivô em áreas de intensificação ocorre, entre outros motivos, pelo uso ponderado da água, pois ele depende quase que exclusivamente da água das chuvas para produção, entre 400 mm e 600 mm distribuídos ao longo da safra (Crusciol et al., 2013); pelo custo de produção reduzido com o preparo do solo e o bombeamento de água para irrigação (Agrianual..., 2021); pela emissão nula de metano (CH<sub>4</sub>), um dos gases de efeito estufa relacionado a processos anaeróbicos de degradação do carbono (Embrapa, 2015); e pela reduzida probabilidade de produção de grãos com concentração de arsênio (As) acima do limite recomendado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), de 1 mg/kg (Panthri & Gupta, 2019). O arsênio é prejudicial à saúde humana (Pinson et al., 2015).

As cultivares utilizadas em sistemas de arroz de terras altas possuem características distintas, inclusive a base genética, oriunda da subespécie japônica – a do arroz irrigado é a índica. No cultivo de arroz sob pivô central, usam-se cultivares de arroz de terras altas. Até poucos anos atrás, havia diferença entre os aspectos dos grãos provenientes desses sistemas, mas hoje eles possuem o mesmo padrão. Outra característica importante, antes restrita para o ambiente irrigado, era a disponibilidade de cultivares com resistência a herbicidas de ação total. Em 2018, foi lançada no mercado brasileiro a BRS A501 CL (Castro et al., 2018), a primeira cultivar de arroz de terras altas com resistência a herbicida de amplo espectro. Essa cultivar resolve o principal entrave para a consolidação da inserção do arroz de terras altas em sistemas de integração sustentável, a ação de plantas daninhas. Já em 2020, a Embrapa disponibilizou no mercado a BRS A502, cultivar com elevada resistência ao acamamento, atributo fundamental para a inserção do arroz em áreas de pivô central, normalmente caracterizadas pela alta fertilidade. Além disso, a BRS A502 possui alto potencial produtivo e

grãos de excelente qualidade industrial e culinária (Furtini et al., 2020).

Outro ponto que favorece a competitividade do arroz produzido sob pivô central pode ser visto em Costa (2020), que comparou a qualidade do arroz de terras altas com o do irrigado, considerando os parâmetros estabelecidos na Instrução Normativa Nº 6 (Brasil, 2021b). Observa-se que não há discrepâncias de qualidade em relação a matérias estranhas e impurezas, grãos vermelhos e grãos pretos, renda, rendimento, classe e defeitos – ardidos, amarelos, picados ou manchados, gessados e verdes (Tabela 2). Os dados são de 403 laudos/documentos de classificação de arroz em casca natural das atividades normais das empresas credenciadas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), em Mato Grosso e Goiás para o arroz de terras altas e no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina para o arroz irrigado.

Ressalta-se que alguns problemas e defeitos mostrados na Tabela 2 podem ser minimizados com o aumento da viabilidade de sucesso

**Tabela 2.** Comparação de grãos avariados, renda, beneficiamento e classe entre o arroz de terras altas e o arroz irrigado na safra 2019/2020.

Atributo		Arroz de terras altas (%) <sup>(1)</sup>	Arroz irrigado (%) <sup>(2)</sup>
Rendimento de inteiro		55,2	58,3
Grãos quebrados		14,2	10,6
Rendimento total		69,4	69,0
Classe	Grão longo fino	91,6	97,6
	Grão longo	7,7	1,7
	Grão médio	1,0	0,8
	Grão curto	0,0	0,0
Defeitos avariados	Ardidos	0,13	0,03
	Amarelado	0,60	0,27
	Rajada	0,40	,58
	Manchado ou picado	1,87	0,71
	Gessado ou verde	1,12	0,35

<sup>(1)</sup> Relativas a Mato Grosso e Goiás.

<sup>(2)</sup> Relativas ao Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Fonte: Costa (2020).

do cultivo do arroz em sistemas de intensificação sustentável. A inserção do arroz nesse ambiente constitui um novo paradigma na orizicultura, pois haveria alta diferenciação do predominante modelo atual, em que o arroz é explorado em aberturas de áreas para agricultura ou recuperação de áreas degradadas, normalmente com baixa uso de tecnologia. No novo sistema, o ambiente natural se torna mais apropriado para um modelo de exploração integrado de pecuária e agricultura.

Outro fator positivo da produção do arroz na região do Cerrado é a redução do custo com frete. O frete de uma tonelada de arroz do Rio Grande do Sul para Goiás e Mato Grosso, dependendo do local onde ele está armazenado, varia de R\$ 250,00 a R\$ 270,00. O frete da mesma quantidade no Brasil Central pode variar de R\$ 55,00 a R\$ 130,00, dependendo da distância e das condições das estradas.

A geração de empregos é outro ponto que deve ser ressaltado. O Rio Grande do Sul destaca-se na produção e no beneficiamento primário desse cereal: em 2019, existiam 232 unidades de beneficiamento de arroz ativas, das quais 50 indústrias, com 66 unidades em operação, beneficiaram 82% do arroz naquele estado (Irga, 2021). No Brasil, são centenas de indústrias de diferentes portes. Em vários estados, há a presença de associações representativas (Tabela 3), salientando-se que existem também indústrias

não filiadas. Em 2018, uma enquete não publicada, feita pela Embrapa com o Sindicato Estadual das Indústrias de Arroz no Estado de Mato Grosso (Sindarroz-MT), revelou que, em média, cada empresa gerava 30 empregos diretos – empresas de pequeno e médio portes.

## Viabilidade do cultivo do arroz de terras altas sob pivô

O desenvolvimento sustentável do setor orizícola depende da sua capacidade de enfrentar os grandes e atuais desafios, o que envolve o crescimento da produção, mas, ao mesmo tempo, também a redução dos impactos desse processo sobre os recursos naturais, entendendo que as atividades agrícolas possuem duas vertentes, iniciativa dos atores da cadeia produtiva e a participação do Estado por meio de políticas públicas.

Projetar com assertividade o futuro em relação a qualquer produto agrícola é uma tarefa espinhosa e cheia de armadilhas. No presente caso, um caminho é lançar mão de projeções de cenários de expansão do cultivo do arroz sob pivô central adotando modelos estatísticos. No entanto, mesmo os modelos sofisticados não são capazes de prever todos os fatores envolvidos. Muitos deles, com interferência na trajetória da demanda e oferta, e outros, fortemente atrelados a questões de mercado e econômicas, podem

**Tabela 3.** Associações representativas de grandes indústrias de beneficiamento de arroz fora do Rio do Grande do Sul e de Santa Catarina.

Nome	Número de indústrias filiadas	Estimativa de indústrias não filiadas
Sindicato da Indústria do Arroz no Estado de Minas Gerais (Sindarroz-MG)	13	35
Sindicato Estadual das Indústrias de Arroz no Mato Grosso (Sindarroz-MT)	22	6
Sindicato dos Beneficiadores de Arroz do Estado de Tocantins (Sindiato)	16	2
Sindicato da Indústria do Arroz do Estado de Goiás (Siago)	14	4

Fonte: Ferreira (2006).

mudar repentinamente e gerar prognósticos enviesados. A razão maior para não se usar aqui esse expediente é o objetivo do estudo: divulgar a possibilidade tecnológica, e à luz de preceitos de sustentabilidade, de produzir arroz sob pivô central.

Ao longo do texto, observa-se duas evidências: a necessidade de aprofundamento em certas questões tecnológicas; e sinais da viabilidade de se produzir arroz sob pivô central, apesar do alto investimento para implantação do equipamento e do alto custo operacional, principalmente com energia/combustível. Esse é um ponto relevante a ser considerado, pois, para Hoff (2011), a complexa relação água-alimento-energia implica que qualquer solução para um parâmetro deve considerar impactos nos outros.

Certamente essas questões, somadas à situação confortável do País quanto ao abastecimento interno, contribuem para o não aprofundamento do debate da viabilidade de se produzir arroz sob pivô central. Inclusive, surgem questionamentos do porquê investir recursos humanos e financeiros no aperfeiçoamento desse sistema de produção. A resposta está em um dos principais papéis da pesquisa científica, que é antecipar soluções de potenciais problemas e oferecer alternativas para que os produtores realizem de maneira sustentável seus negócios e garantam a oferta de produtos para suprir as demandas da população. A atual situação da oferta de arroz pode ser alterada repentinamente, considerando-se a concentração da produção. Aliás, alguns sinais estão ocorrendo: a área cultivada com arroz irrigado está recuando a cada ano; o cultivo da soja está avançando sobre áreas de arroz irrigado; o endividamento dos produtores; e reverses climáticos e questões ambientais no Rio Grande do Sul – na atual safra 2021/2022, por exemplo, notícias dão como significativa a quebra de produção no estado, decorrência de forte seca e indisponibilidade de água (Canal Rural, 2022).

O arroz produzido sob pivô central consegue ofertar grãos de alta qualidade para indústrias de beneficiamento, principalmente as localizadas distantes da principal região produ-

tora do País, o Sul, que produz cerca de 80% do arroz brasileiro. Isso, porém, não é suficiente para garantir o sucesso do arroz produzido sob pivô, pois o dinamismo da agricultura brasileira não garante por quanto tempo o arroz nesse sistema será competitivo em relação a outros cultivos também produzidos sob irrigação, como a produção de grãos para sementes, feijão, milho e olerícolas, principalmente batata, cenoura, cebola e alho. A salvaguarda de obter bons retornos econômicos com o arroz irrigado sob pivô central vai depender da safra de arroz em outros sistemas e dos estoques privados e do governo, que influenciam o preço, principalmente na entressafra. Dessa forma, em anos de preços baixos, talvez não se possa remunerar o custo de produção do grão produzido sob pivô. Por questões de mercado, a indústria não pagará preço maior do que o vigente na praça. Ressalta-se que os preços foram atípicos em 2020: no Rio Grande do Sul, a saca de arroz (50 kg) ficou 104,76% maior do que no ano anterior; no Tocantins e em Mato Grosso (60 kg), 92,86% e 85,55%, respectivamente (Conab, 2021a).

Portanto, o cultivo do arroz sob pivô poderá impulsionar a orizicultura na região central do Brasil, prognóstico que se apoia na perspectiva de que a oferta garantida de produto de boa qualidade vinda desse sistema incentivará investimentos das indústrias arroseiras, na produção sob pivô, mas também na produção de arroz de terras altas, que não é suficiente para atender à demanda da região. Destaca-se que uma das dificuldades superadas é que inovações recentes possibilitam o plantio de arroz de terras altas em sistemas de cultivos em solos de alta fertilidade do Cerrado, áreas que muitas vezes são exploradas em sistemas de produção que possibilitam de dois e meio a três ciclos anuais. Outro ponto importante a ser mencionado é a atual disponibilidade de cultivares adaptadas aos sistemas de intensificação sustentável. Elas possuem características que as tornam aptas a esse sistema, como resistência a herbicidas, tolerância ao acamamento, alto potencial produtivo e qualidade de grãos exigida pela indústria e pelo consumidor.

Disrupções na agricultura constituem um círculo: se a remuneração de um produto compensa os investimentos, então os produtores demandam tecnologias e inovações; consequentemente, as pesquisas buscam soluções focadas na demanda de problemas identificados. Outras pesquisas são feitas sob a ótica de problemas potenciais – em práticas agrícolas, cultivares adaptadas aos sistemas ou que vislumbrem oportunidades de mercado. O crescimento da participação do arroz sob pivô na oferta nacional de arroz seria certo, já que no Centro-Oeste e no Sudeste a área potencialmente irrigada nesse sistema é de aproximadamente de 1,41 milhão de hectares, com capacidade de produzir 8,4 milhões de toneladas de arroz por ano; e há tecnologias e inovações que permitem superar as demandas iniciais, sendo a incógnita o desdobramento do mercado.

É óbvio que este trabalho não esgota as questões envolvidas. Historicamente, fatos impactantes e interruptivos na agricultura brasileira são uma constante. O Cerrado, até a década de 1970, era considerado terra não adequada para a produção de grãos, mas hoje é a esperança de abastecimento mundial de alimentos. Outro exemplo: até meados da mesma década, os consumidores brasileiros preferiam os grãos produzidos sob o sistema de terras altas; depois mudaram para os grãos produzidos em sistema irrigado. Segundo Kahneman (2012), na ausência de informações consistentes e suficientes, a tendência, para fugir de previsões extremas, é optar pela média de alguns dados recentes ou por inferências abstraídas com base na simpatia do avaliador pelo tema ou sedução pela narrativa apresentada, cujo resultado é expresso em afirmativas vagas do tipo "muito boa" ou "se mostra inviável". Para evitar essa cilada e ao mesmo tempo ser assertivo, deve-se associar o horizonte do sistema às condições de mercado, muito mais do que às aptidões dos pontos positivos e à capacidade de superação dos negativos.

## Considerações finais

O cultivo do arroz é uma opção econômica para a sustentabilidade nas áreas irrigadas com pivô central em solos de Cerrado que nos últimos anos vêm sendo sistematicamente explorados em monocultivo ou rotações não adequadas. A opção é promissora para compor o sistema de produção e a oferta desse cereal no País, considerando-se a rentabilidade, a excelência dos grãos (qualidade *premium*) e melhorias das condições de produção decorrentes dos benefícios propiciados pela rotação. No entanto, em consequência de outros fatores, a área cultivada com arroz sob pivô pode não evoluir. Com os dados de que se dispõe até o momento, fica evidente que existem oportunidades e lacunas de pesquisa e de transferência de tecnologia e que o futuro do cultivo do arroz sob pivô depende do aperfeiçoamento das tecnologias para a produção e da competitividade com o arroz irrigado por inundação. É pouco provável que no curto prazo o sistema consiga suprir o mercado com alto percentual da oferta total de arroz no Brasil. No entanto, estrategicamente, é recomendável não menosprezar essa alternativa de produção de um alimento básico.

## Referências

- AGRIANUAL 2021: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2021. p.153-155.
- ALVES JÚNIOR, J.; SALES, D.L.A.; PEREIRA, R.M.; RODRIGUEZ, W.D.M.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A.W.P. Viabilidade econômica da irrigação por pivô central nas culturas de soja, milho e tomate. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.22, e201703, 2017. DOI: <https://doi.org/10.12661/pap.2017>.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estatísticas de comércio exterior**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/estatisticas-de-comercio-exterior>>. Acesso em: 25 jan. 2021a.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa no 6, de 16 de fevereiro de 2009**. [Aprova o Regulamento Técnico do Arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação

ou rotulagem]. Disponível em: <<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1687046295>>. Acesso em: 1 fev. 2021b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Valor bruto da produção agropecuária (VBP)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-vbp>>. Acesso em: 25 jan. 2022.

BUCKWELL, A.; HEISSENHUBERT, A.; BLUM, W. **The sustainable intensification of european agriculture: a review sponsored by the RISE Foundation**. Brussels: Rural Investment Support for Europe, 2014. 96p.

BURLINGAME, B.; DERNINI, S. (Ed.). **Sustainable diets and biodiversity: directions and solutions for policy, research and actions**. Rome: FAO, 2012.

CANAL RURAL. **Sem água para irrigação, produtores de arroz do RS abandonam parte das lavouras**. 6 jan. 2022. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/sem-agua-irrigacao-arroz>>. Acesso em: 16 fev. 2022.

CARVALHO, M.T. de M.; CASTRO, A.P. de; FERREIRA, C.M.; LACERDA, M.C.; LANNA, A.C.; SILVA-LOBO, V.L.; SILVA, M.A.S. da; COLOMBARI FILHO, J.M. **O arroz de terras altas como estratégia para segurança alimentar, intensificação ecológica e adaptação à mudança do clima: rumo aos objetivos de desenvolvimento sustentável para o milênio**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2020. 14p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 252).

CASTRO, A.P. de; RANGEL, P.H.N.; LACERDA, M.C.; FURTINI, I.V.; FRAGOSO, D. de B.; CORDEIRO, A.C.C.; SOUSA, N.R.G.; MORAIS, O.P. de; AZEVEDO, R. de; UTUMI, M.M.; PEREIRA, J. de A.; OLIVEIRA, I.J. de; CUSTODIO, D.P.; SANTOS, B.M. dos. **BRS A501 CL: cultivar de arroz de terras altas resistente a herbicida**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2018. 8p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 242).

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <<https://cepea.esalq.usp.br/br/releases/pib-agro-cepea-com-avanco-de-24-3-no-ano-pib-agro-alcanca-participacao-de-26-6-no-pib-brasileiro-em-2020.aspx>>. Acesso em: 16 fev. 2022.

CGIAR. Consultative Group on International Agricultural Research. **Annual performance report 2018**. 2019. Disponível em: <<https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/104045/CGIAR%20Performance%20Report%202018%20Web.pdf?sequence=9&isAllowed=y>>. Acesso em: 29 set. 2020.

CHAGAS, J.H.; SOARES SOBRINHO, J.; ALBRECHT, J.C.; FRONZA, V.; SUSSEL, A.A.B.; PIRES, J.L.F.; MIRANDA, M.Z. **Informações fitotécnicas das cultivares de trigo**

**BRS 254, BRS 264 e BRS 394 para o sistema irrigado do Cerrado do Brasil Central**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2020. 37p. (Embrapa Trigo. Circular técnica, 54). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/216292/1/CirTec-54.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2022.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra de grãos: 5º levantamento - safra 2020/21**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 25 jan. 2021a.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Conjuntura da agropecuária: arroz: 28/12 a 01/01/2021**. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-de-conjunturas-de-arroz/item/download/35180\\_6effc3904e349c6d8cd2f2a8e1a4c756](https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-de-conjunturas-de-arroz/item/download/35180_6effc3904e349c6d8cd2f2a8e1a4c756)>. Acesso em: 21 jan. 2021b.

CONCENÇÃO, G.; AZAMBUJA, I.H.V. Custos de produção. In: SCIVITTARO, W.B.; PARFITT, J.M.B. **Arroz irrigado por aspersão no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. p.116-140. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de produção, 24).

COSTA, D.C.; LOBO, V.L. da S.; MATTOS, V. da S.; MALAQUIAS, J.V.; SOUSA, R.L. de; COSTA, A.C. da; BARBOSA, A.S.; SANTOS, B.C.M. dos; MOREIRA, R. de J. **Levantamento de espécies de nematoides-das-lesões-radiculares (*Pratylenchus* spp.) no Cerrado brasileiro e avaliação de danos à cultura do arroz**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2019. 50p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 345). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/201669/1/BPD345-ed-01-20192.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2022.

COSTA, J.S. **Manual técnico da qualidade e da classificação do arroz: de acordo com a Instrução Normativa nº 6, de 16 de fevereiro de 2009**. Cuiabá: Agropé, 2020. 138p.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; NASCENTE, A.S.; ARF, O. Root distribution, nutrient uptake, and yield of two upland rice cultivars under two water regimes. **Agronomy Journal**, v.105, p.237-246, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2012.0298>.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais da produção de arroz (*Oryza sativa* L.) no Brasil (1986 a 2020): área, produção e rendimento**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Emissões de metano do cultivo de arroz: terceiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa: relatórios de referência**. Brasília, 2015. 63p.

- EUROMONITOR CONSULTING. **Oportunidades no mercado de arroz no Brasil**: apresentação final. [S.l.: s.n], 2019. Apresentação em powerpoint.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The future of food and agriculture**: trends and challenges. Rome, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2020.
- FAZCOMEX. **Exportação de arroz**. Disponível em: <<https://www.fazcomex.com.br/blog/exportacao-de-arroz>>. Acesso em: 31 maio 2021.
- FERREIRA, C.M. Diagnóstico das indústrias arrozeiras na região sul do estado de Mato Grosso. In: WORKSHOP PLANO DE AÇÃO TRIENAL DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DAS INDÚSTRIAS ARROZEIRAS DE ARROZ DO SUL DO ESTADO DE MATO GROSSO, 2006, Rondonópolis. **Anais**. Rondonópolis: Embrapa, 2006.
- FERREIRA, C.M. **Rede Brasil Arroz**: transferência de tecnologia valorizando o protagonismo e atribuições de parceiros na cadeia produtiva. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 172p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 304). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117788/1/CNPAF-2014cmf1.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2022.
- FERREIRA, C.M.; MENDEZ DEL VILLAR, P. Aspectos da produção e do mercado do arroz. **Informe Agropecuário**, v.25, p.11-18, 2004.
- FONTENELLE, T.H.; FERREIRA, D.A.C.; GUIMARAES, D.P.; LANDAU, E.C. (Coord.). **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil**. 2.ed. rev. e ampl. Brasília: ANA; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019. 46p.
- FURTINI, I.V.; CASTRO, A.P. de; LACERDA, M.C.; BRESEGHETTO, F.; FRAGOSO, D. de B.; COLOMBARI FILHO, J.M.; CORDEIRO, A.C.C.; SOUSA, N.R.G.; UTUMI, M.M.; SILVEIRA FILHO, A.; PEREIRA, J.A.; ABREU, G.B.; OLIVEIRA, I.J. de; BASSINELLO, P.Z.; SILVA-LOBO, V.L. **BRS A502**: cultivar de arroz de terras altas com resistência ao acamamento e grãos de excelente qualidade industrial e culinária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2020. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 253).
- GUIMARÃES, D.P.; LANDAU, E.C. **Georreferenciamento dos pivôs centrais de irrigação no Brasil**: ano base 2020. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 222).
- HOFF, H. **Understanding the nexus**: background paper for the Bonn2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus. Stockholm: Stockholm Environment Institute, 2011. 51p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2006**: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2006. 777p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**: Mato Grosso. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/mato-grosso>>. Acesso em: 5 mar. 2021a.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. Disponível em: <[https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm\\_source=portal&utm\\_medium=popclock&utm\\_campaign=novo\\_popclock](https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm_source=portal&utm_medium=popclock&utm_campaign=novo_popclock)>. Acesso em: 25 jan. 2021b.
- INOMOTO, M.M.; SIQUEIRA, K.M.S.; MACHADO, A.C.Z. Sucessão de cultura sob pivô central para controle de fitonematoides: variação populacional, patogenicidade e estimativa de perdas. **Tropical Plant Pathology**, v.36, p.178-185, 2011.
- IRGA. Instituto Riograndense do Arroz. **Irga divulga custo de produção 2020/2021**. Disponível em: <<https://irga.rs.gov.br/irga-divulga-custo-de-producao-2020-2021>>. Acesso em: 16 fev. 2022.
- IRGA. Instituto Riograndense do Arroz. **Irga divulga lista das 50 maiores beneficiadoras de arroz do RS**. Disponível em: <<https://irga.rs.gov.br/irga-divulga-lista-das-50-maiores-beneficiadoras-de-arroz-do-rs>>. Acesso em: 25 jan. 2021.
- KAHNEMAN, D. **Rápido e devagar**: duas formas de pensar. 2.ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012. 608p.
- LACERDA, M.C.; NASCENTE, A.S.; MONDO, V.H.V.; PEREIRA, E.T.L. Arroz resistente a herbicida no consórcio com forrageira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 30., 2016, Curitiba. **Conhecimento e tecnologia a serviço do agricultor**: anais. Curitiba: UFSC, 2016. p.255.
- MADARI, B.E.; MAGGIOTTO, S.R.; CARVALHO, M.T. de M.; CORRÊA, R.S.; OLIVEIRA, J.M.; MEDEIROS, J.C.; SILVA, M.A.S.; MACHADO, P.L.O.A. Mixed farming systems as potential carbon sinks. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEGATIVE CO2 EMISSIONS, 2018, Gothenburg. **Proceedings**. Gothenburg: Chalmers University of Technology, 2018.
- NASCENTE, A.S.; STONE, L.F. Cover crops as affecting soil chemical and physical properties and development of upland rice and soybean cultivated in rotation. **Rice Science**, v.25, p.340-349, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2018.10.004>.
- NASCENTE, A.S.; STONE, L.F. **Decomposição de palhada e liberação de nitrogênio em latossolo vermelho do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2015. 6p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 229). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia>>.

[embrapa.br/digital/bitstream/item/131636/1/ComTec229.pdf](http://embrapa.br/digital/bitstream/item/131636/1/ComTec229.pdf). Acesso em: 16 fev. 2022.

PANTHRI, M.; GUPTA, M. Plausible strategies to reduce arsenic accumulation in rice. In: HASANUZZAMAN, M.; FUJITA, M.; NAHAR, K.; BISWAS, J.K. (Ed.). *Advances in Rice Research for Abiotic Stress Tolerance*. Duxford: Elsevier, 2019. p.371-384. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814332-2.00017-4>.

PARFITT, J.M.B.; PINTO, M.A.B.; TIMM, L.C.; FARIA, L.C. Manejo da irrigação. In: SCIVITTARO, W.B.; PARFITT, J.M.B. **Arroz irrigado por aspersão no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. p.58-65. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de produção, 24).

PINSON, S.R.M.; TARPLEY, L.; YAN, W.; YEATER, K.; LAHNER, B.; YAKUBOVA, E.; HUANG, X.-Y.; ZHANG, M.; GUERINOT, M.L.; SALT, D.E. Worldwide genetic diversity for mineral element concentrations in rice grain. *Crop Science*, v.55, p.294-311, 2015. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2013.10.0656>.

RICHETTI, A.; FLUMIGNAN, D.L.; ALMEIDA, A.C. dos S. **Viabilidade econômica da soja irrigada na safra 2015/2016, na região sul de Mato Grosso do Sul**. Dourados:

Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 7p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 203). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130730/1/COT2015203.pdf>> Acesso em: 16 fev. 2022.

SANO, E.E.; LIMA, J.E.F.W.; SILVA, E.M.; OLIVEIRA, E.C. Estimativa da variação na demanda de água para irrigação por pivô-central no Distrito Federal entre 1992 e 2002. *Engenharia Agrícola*, v.25, p.508-515, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000200025>.

TORTELLI, G. de S.; HERNANDES, G.; PARFITT, J.M.B.; CONCENÇÃO, G.; CAMPOS, A.D.S. de; AIRES, T.A.; ANDRES, A. Arroz irrigado por aspersão no Rio Grande do Sul: situação na safra 17/18. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ARROZ IRRIGADO, 11., 2019, Balneário Camboriú. **Inovação e desenvolvimento na orizicultura**: anais eletrônico. Itajaí: Epagri: Sosbai, 2019.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development**. 2015. A/RES/70/1. Disponível em: <[http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E)>. Acesso em: 29 set. 2020.