

## Capítulo 1

# Arroz de terras altas: uma inovação que adequou o produto tropical às expectativas do mercado

---

Beatriz da Silveira Pinheiro  
Carlos Magri Ferreira  
Orlando Peixoto de Moraes  
Emílio da Maia de Castro

O Brasil é um dos poucos países do mundo onde os dois ecossistemas, várzeas<sup>1</sup> e terras altas<sup>2</sup>, desempenham papel importante e complementar no atendimento da demanda interna de arroz (*Oryza sativa* L.). As várzeas sob cultivo localizam-se, predominantemente, na região subtropical e as terras altas na região tropical.

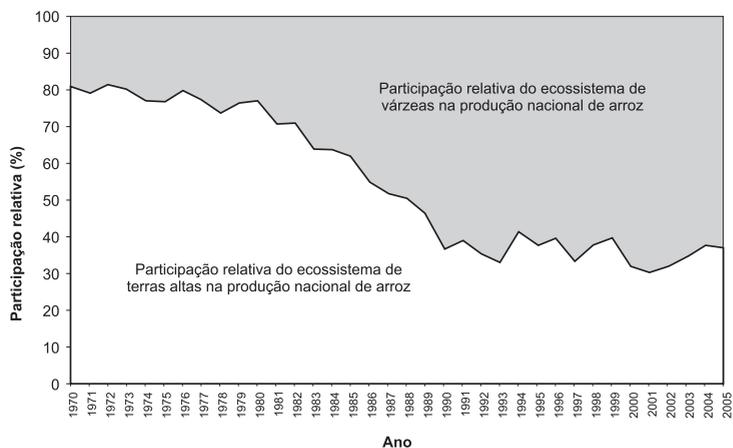
A evolução histórica do arroz nos dois ecossistemas, tomando como elemento central a alternância da qualidade do produto do ponto de vista do consumidor, foi realizada por Ferreira et al. (2005). Esses autores demonstraram que o arroz produzido em terras altas desempenhou papel preponderante na oferta interna do produto até a década de 1970, quando representava cerca de 80 % da produção nacional (Fig. 1) e seu produto, o amarelão de sequeiro, era considerado como o padrão nacional de qualidade. Por sua vez, o produto proveniente do sistema de cultivo irrigado nas várzeas subtropicais, predominantemente localizadas no Rio Grande do Sul, desempenhava papel secundário no abastecimento nacional. Ainda naquela década teve início um programa para valorização do produto gaúcho, começando pela substituição das cultivares locais por cultivares americanas de alta qualidade de grãos. A estratégia de conquista de mercado ganhou corpo na década de 1980, com a

---

<sup>1</sup> Área e produção, em 2005, em várzeas, respectivamente, 1,4 milhão de hectares e 8,5 milhões de toneladas.

<sup>2</sup> Área e produção, em 2005, em terras altas, respectivamente, 2,5 milhões de hectares e 4,9 milhões de toneladas.

rápida disseminação das cultivares BR IRGA 409 e BR IRGA 410, de tipo de planta moderno, alto potencial produtivo e grãos também de ampla aceitação.

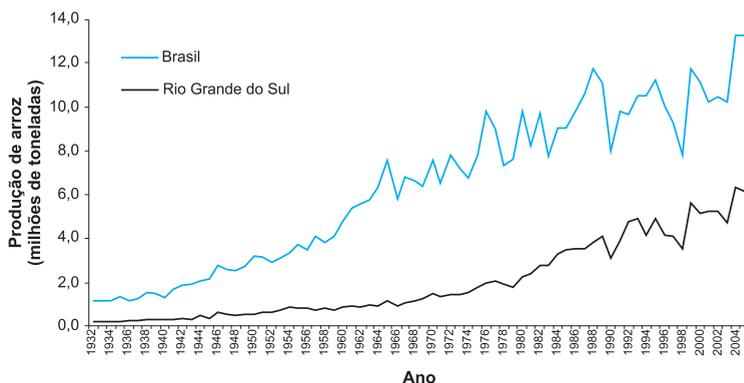


**Fig. 1.** Contribuição relativa dos ecossistemas de várzeas e de terras altas no atendimento da demanda brasileira de arroz no período de 1970 a 2005.

Fonte: Embrapa (2006).

Ao mesmo tempo que se processavam essas mudanças de tipo de planta e de qualidade do produto irrigado, ocorria redução da oferta nos estados do Paraná, de São Paulo e de Minas Gerais, com tradição no manejo do cultivo de sequeiro, enquanto os estados de Goiás, Mato Grosso e Maranhão ampliavam a sua participação. O mercado reagia de forma desfavorável ao produto proveniente das áreas de fronteira agrícola onde, além das condições climáticas desfavoráveis, a incipiente infra-estrutura de colheita, secagem, armazenamento e beneficiamento se somavam para deprimir a qualidade do produto.

Esses fatos conjugados contribuíram para deslocar a preferência nacional do padrão amarelão de sequeiro para o padrão longo-fino do irrigado e ocasionar grande alteração no panorama da produção. Enquanto a produtividade do arroz irrigado crescia gradativamente, a área sob o sistema de cultivo de sequeiro era rapidamente reduzida. Assim, a contribuição desse sistema em relação à do irrigado decresceu de forma acentuada desde o início da década de 1980, quando perfazia 75 % da produção, para menos de 50 % no início da década de 1990 (Fig. 1). O panorama de contínua redução da área sob esse sistema foi, contudo, estabilizado em meados de década de 1990, em razão do interesse despertado pelas novas cultivares, de tipo de planta moderna e grãos longo-finos, denominadas “agulhinha de sequeiro”. Graças a elas, é nítido o crescimento da produtividade nos estados em que o zoneamento agroclimático indica baixo risco de deficiência hídrica para o cultivo, especialmente em Mato Grosso, onde atualmente atinge valores próximos a três toneladas por hectare (Fig. 2).



**Fig. 2.** Produção de arroz no Brasil e no Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1932 a 2005.

Fonte: Adaptado de Ferreira et al. (2005).

Este novo cenário para a cultura havia sido vislumbrado por ocasião da elaboração do Programa Nacional de Pesquisa de Arroz, na década de 1980 (EMBRAPA, 1981), por meio da diretriz de estímulo à produção em áreas climaticamente favorecidas, com duas grandes prioridades: o zoneamento agroclimático e o desenvolvimento de cultivares com novo ideótipo. Assim, a pesquisa iniciada na década de 1980 sob essa diretriz embasou decisivamente os avanços obtidos e permitiu que o cultivo do arroz na região tropical do Brasil, ora localizado em áreas de menor risco climático e sob nova denominação, arroz de terras altas, como contraponto ao estigmatizado sequeiro, pudesse seguir contribuindo para o atendimento da demanda nacional do produto.

## Fatores políticos e institucionais que levaram à “construção” do arroz de terras altas

Na década de 1970, a proposta dos países desenvolvidos para aqueles em desenvolvimento era o desenvolvimento rural integrado, fundamentado em técnicas e estruturas de difusão mais agressivas e integradas. No Brasil, como fruto dessa política, foram criados aparatos estatais voltados ao crédito, à pesquisa e à extensão rural, apoiados no modelo tecnológico da Revolução Verde e na consolidação dos complexos agroindustriais (MOREIRA; CARMO, 2004).

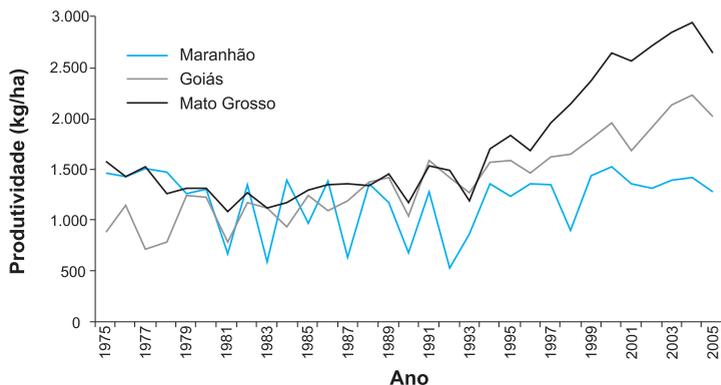
As estratégias de ocupação do interior do País e a organização da pesquisa para dar suporte tecnológico para esse novo ambiente influenciaram, de forma acentuada, a matriz de produção e o padrão de qualidade do arroz na região tropical do Brasil, como será mostrado a seguir.

## Os planos de desenvolvimento do Cerrado e seu impacto sobre a produção de arroz no ambiente tropical

A ocupação agrícola do Cerrado foi altamente estimulada na década de 1970, pelos programas especiais para o avanço da fronteira agrícola, em especial o Programa de Desenvolvimento do Cerrado (Polocentro), subsidiado pelos Planos Estaduais de Aplicação de Crédito Rural (Pesacs), Programa Nacional de Calcário Agrícola (Procal) e Programa de Subsídios ao Preço de Fertilizantes, entre outros.

A cultura do arroz teve destacado papel como cultura pioneira durante esse processo de ocupação. As cultivares tradicionais de sequeiro adotadas no País, pertencentes ao grupo Japonica tropical, possuíam rusticidade e tolerância à baixa fertilidade natural e acidez dos solos nativos, tornando possível a imediata exploração das áreas recém-desmatadas, em sistema de exploração de baixo custo. Além do papel de cultura líder na exploração dos cerrados, o arroz de sequeiro detinha papel relevante no atendimento da demanda interna do produto, respondendo por mais de 80 % do abastecimento nacional na década de 1970 e, 60 %, na década de 1980 (Fig. 1).

Apesar da alta dependência do abastecimento do produto de sequeiro, a produtividade dessa lavoura raramente ultrapassava 1,5 t/ha (Fig. 2) e eram frequentes as perdas derivadas não só da incidência de veranicos, como também da baixa adoção de tecnologias. Além da redução no volume da produção, as frustrações de safra geravam perdas de recursos públicos no pagamento dos incontáveis casos do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro). Esse programa, criado em 1973, exonerava o mutuário do cumprimento das obrigações financeiras quando a exploração era afetada por fenômenos adversos. Além dessa salvaguarda, existia ainda grande facilidade para a obtenção de crédito para financiamento da lavoura de arroz. Na safra 1979/1980, o Banco do Brasil financiou cerca de 4,3 milhões de hectares de arroz, representando ao redor de 45 % da área total cultivada. Nesse contexto de amplo crédito e fácil ressarcimento de perdas, o produtor não se sentia estimulado a utilizar as tecnologias recomendadas pela pesquisa. Seu objetivo era, sobretudo, o “amansamento da terra” visando à inserção de pastagens ou cultivos mais promissores, contribuindo assim para as grandes oscilações da produção nacional nas décadas de 1970 e 1980 (Fig. 3).



**Fig. 3.** Produtividade de alguns estados produtores de arroz de terras altas no Brasil no período de 1975 a 2005.

Fonte: IBGE (2006), Embrapa (2006).

## A criação do SNPA e as redes de avaliação de linhagens

Em 1973, ocorreu importante reorganização do sistema brasileiro de pesquisa, com a criação da Embrapa, no âmbito federal, e dos Institutos Estaduais de Pesquisa, que constituíram o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA). Em consonância com esse processo, em 4 de outubro de 1974, foi criado o Centro Nacional de Pesquisa de Arroz<sup>3</sup>, com sede em Goiânia, no Estado de Goiás, com dois objetivos principais: desenvolver projetos de pesquisa voltados para as necessidades da rizicultura nacional e coordenar as atividades de pesquisa estaduais para evitar duplicidade de esforços e recursos (EMBRAPA, 1975).

Inicialmente, o Programa Nacional de Arroz constituía-se de um conjunto de projetos, conduzidos de forma independente pelas instituições. No caso do melhoramento do arroz de sequeiro, trabalhavam no desenvolvimento de linhagens, além da Embrapa Arroz e Feijão, os tradicionais Instituto Agrônomo (IAC) e Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), que desenvolviam exitosos programas e contribuía com suas cultivares para a exploração do Cerrado.

A primeira iniciativa para agregar as instituições em torno de trabalho cooperativo deu-se em 1978, por meio dos Ensaio Integrados de Arroz de Sequeiro, que reuniam as linhagens-elites disponibilizadas pela Embrapa, IAC e Iapar em ensaio conduzido pelas várias instituições interessadas. Em 1982, foram instituídas, pelo Ministério da Agricultura, as Comissões Regionais de Avaliação e Recomendação de Cultivares (CRC) das mais importantes culturas do País, tendo como principais atribuições estabelecer

<sup>3</sup> O cultivo de feijão foi incluído à sua missão em 1975, passando a denominar-se Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), hoje, Embrapa Arroz e Feijão.

normas para o planejamento e acompanhamento dos ensaios cooperativos de avaliação de linhagens e propor à Secretaria Nacional de Produção Agropecuária do Ministério da Agricultura a lista de cultivares recomendadas por unidade da Federação. Em agosto de 1982, a pesquisa se organizou constituindo, no âmbito da CRCArroz, três Comissões Técnicas Regionais: a CTArroz I, abrangendo o Rio Grande do Sul e Santa Catarina; a CTArroz II, abrangendo o Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais, Bahia, Distrito Federal, Goiás (incluindo o Tocantins), Mato Grosso do Sul e Mato Grosso; e a CTArroz III, as demais unidades da Federação.

As CTArroz exerceram importante papel até a regulamentação da Lei de Proteção de Cultivares, no final de 1997, que afetou de forma severa as parcerias para o desenvolvimento de ensaios de melhoramento em rede no âmbito do SNPA. Contudo, o arranjo, enquanto vigente, foi capaz de exercer forte papel aglutinador, fortalecendo a cooperação e permitindo o amplo compartilhamento de linhagens geradas. Estudo realizado pelo Instituto Internacional de Pesquisa em Políticas Alimentares (IFPRI), em colaboração com a Embrapa (PARDEY et al., 2004), estimou que, no período de 1976–1998, foram investidos cerca de US\$ 21,4 milhões nas pesquisas em melhoramento genético do arroz de sequeiro, gerando benefícios de US\$ 469,3 milhões e configurando alta relação benefício/custo, de US\$ 22,00 para cada dólar investido.

## As estratégias de melhoramento do arroz de sequeiro para os ambientes do Cerrado

A primeira fase do programa de melhoramento do arroz de sequeiro da Embrapa Arroz e Feijão, que abrangeu o período de 1975 a 1985, caracterizou-se pela ênfase à resistência à seca e à brusone [*Magnaporthe grisea* (Herbert) Barr.], em busca da estabilidade de produtividade na região climaticamente desfavorecida do Cerrado (PINHEIRO et al., 2006). Durante esse período, a maioria das linhas parentais era do tipo de planta tradicional de sequeiro, do grupo Japonica tropical, caracterizado por porte alto, folhas longas e decumbentes e grãos longos e largos. Os parentais preferenciais eram cultivares do IAC, usadas extensivamente na abertura das áreas do Cerrado, e cultivares introduzidas da África por meio da parceria com o Instituto de Pesquisas Agronômicas Tropicais e Culturas Alimentares (Irat), atual Centro de Cooperação Internacional de Pesquisas Agronômicas para o Desenvolvimento (Cirad) ou de outros países, recebidas por meio do International Network for Genetic Evaluation of Rice (Inger), coordenadas pelo Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz nas Filipinas (Irri).

As primeiras cultivares desenvolvidas pelo programa de melhoramento da Embrapa Arroz e Feijão e testadas nos ensaios das CTArroz II e III, voltadas para o ambiente de sequeiro desfavorecido, foram lançadas em 1985. As mais destacadas foram a Guarani, de ciclo curto, e a Rio Paranaíba, de ciclo médio, de tipo de planta tradicional. Dotadas do mesmo grau de rusticidade e resistência à seca que seus progenitores nacionais e africanos, essas cultivares desempenharam expressivo papel até meados da década de 1990, cobrindo boa parte da área de arroz no ambiente tropical, no contexto de expansão da fronteira agrícola. Contudo, o produto proveniente do Cerrado passou a ser penalizado no mercado no fim da década de 1980, gerando desestímulo ao produtor e à indústria de arroz no ambiente tropical (FERREIRA et al., 2005).

Embasada em estudos de fisiologia da produção (EMBRAPA, 1984; PINHEIRO et al., 1985), a alteração do tipo de planta tradicional do arroz de sequeiro foi vislumbrada, ainda na década de 1980, como uma estratégia para aumentar a produtividade da cultura nas regiões eventualmente caracterizadas pelo zoneamento agroclimático como favorecidas, tornando-a mais apta a se beneficiar da melhoria do ambiente e das tecnologias recomendadas. Plantas de estatura média, com maior número de perfilhos e folhas superiores eretas, poderiam elevar seus índices de área foliar sem acamar ou sofrer sombreamento mútuo, ultrapassando assim o potencial produtivo das cultivares tradicionais, ao redor de 4,5 t/ha.

Na década de 1990, os avanços na caracterização do balanço hídrico das várias microrregiões do Cerrado e o avanço da frente de desmatamento para áreas de menor risco climático levaram à redução do esforço na obtenção de linhagens tolerantes à seca e deslocaram o foco do melhoramento para cultivares de tipo de planta moderno em detrimento do tipo tradicional (PINHEIRO et al., 2006). Ao mesmo tempo, a forte sinalização do mercado para grãos longo-finos, com alta qualidade de cocção, inseriu a qualidade de grãos entre as principais prioridades do programa de melhoramento, juntamente com potencial produtivo e tolerância à brusone. Os cruzamentos entre os grupos Japonica tropical e Indica foram ampliados e as introduções de linhas segregantes do Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat), na Colômbia, cujo programa também privilegiava este tipo de cruzamento, adquiriram especial relevância no programa. A parceria entre a Embrapa e o Ciat permitiu a seleção *in situ* e a introdução, no Cerrado, de centenas de linhas segregantes, que deram origem a famílias e linhagens promissoras e, eventualmente, às cultivares liberadas pelo SNPA e Embrapa Arroz e Feijão.

As parcerias desenvolvidas com os institutos estaduais de pesquisa, sob a égide das CTArroz II e III, também tiveram papel muito expressivo na condução dos

ensaios de rendimento e no desenvolvimento da estratégia de melhoramento do arroz de sequeiro, destacando-se a Empresa de Pesquisa e Extensão Rural do Mato Grosso (Empaer-MT). Localizada em estado com grande tradição no cultivo de arroz de sequeiro e condições climáticas extremamente propícias para assegurar o devido retorno da tecnologia aplicada, essa empresa desempenhou papel estratégico no desenvolvimento de cultivares de tipo de planta moderno de sequeiro.

Salienta-se, ainda, como um dos fatores-chave que contribuíram para o desenvolvimento do arroz de terras altas, a estrutura do programa de melhoramento. Além de um esquema inovador para plantas autógamas, baseado no desenvolvimento de populações de seleção recorrente, o programa conta com forte apoio multidisciplinar, especialmente no que se refere à seleção para resistência a doenças e qualidade de grãos. Nesse particular, o laboratório da qualidade de grãos, criado em 1990, vem realizando avaliações subsidiárias à seleção de campo. Utilizando amostras de tamanho reduzido, a seleção para grãos longo-finos e vítreos, além de caracteres fortemente correlacionados com propriedades desejáveis de cocção, como temperatura de gelatinização e teor de amilose intermediários, são realizadas desde gerações precoces. Nas gerações avançadas, a maior disponibilidade de grãos permite realizar testes mais precisos de rendimento de engenho e de cocção.

## **Principais inovações tecnológicas relacionadas ao arroz de terras altas**

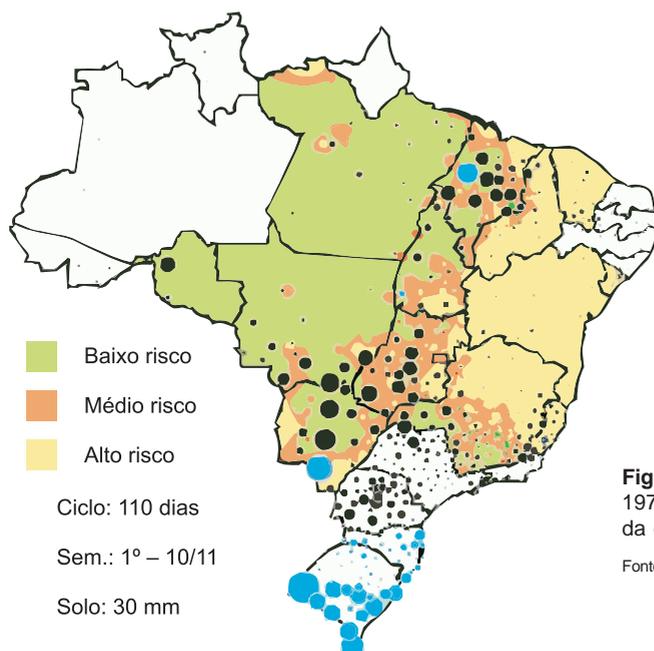
### **Zoneamento agroclimático e localização do arroz de sequeiro**

O zoneamento agroclimático, que consiste na aplicação de modelos de simulação do balanço hídrico, associado a sistemas de informação geográfica, para caracterizar a probabilidade de ocorrência de períodos sem chuva e classificação do risco climático, teve suas primeiras iniciativas na Embrapa Arroz e Feijão, em uma parceria exitosa com o Irat (atual Cirad), iniciada em 1983. A cooperação resultou em uma série de publicações e mapas de risco para o Cerrado (STEINMETZ et al., 1988a, b), iniciando o processo de categorização das localidades em alto, médio e baixo risco de deficiência

hídrica no período reprodutivo do arroz. Atualmente, os principais estados produtores de arroz da região do Cerrado contam com mapas detalhados do risco climático que fornecem, ao produtor e ao extensionista, ferramentas para definir a época mais apropriada de semeadura, além do ciclo da cultivar mais adequado ao regime hídrico, reduzindo assim a probabilidade de perdas de lavoura. Uma decorrência de sua aplicação foi a reestruturação do Proagro, que reduziu consistentemente as perdas de lavoura de arroz por estiagens, muito comuns para o cultivo, aumentando a produtividade média e estabilidade de produção.

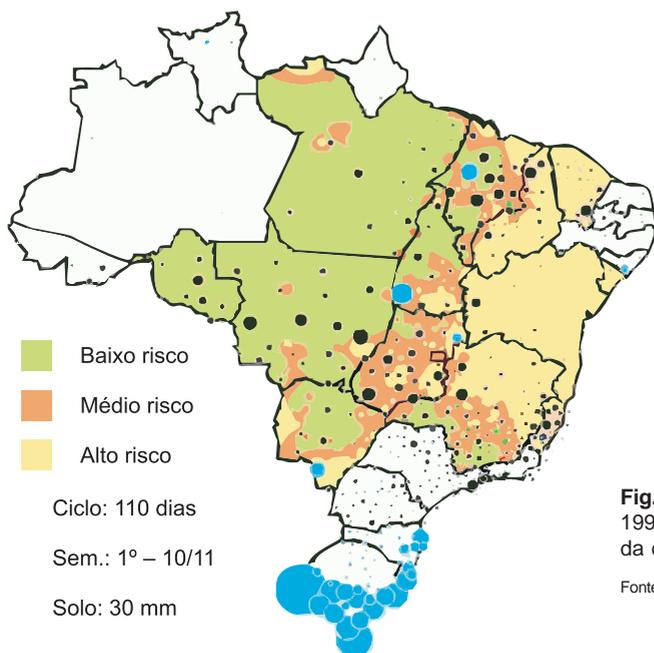
Esses resultados são ilustrados pelas Fig. 4 a 6, em que a variação da produção, ao longo das quatro últimas décadas, é plotada sobre o mapa de risco climático para o cultivo, tendo como elementos de simulação o ciclo da cultivar e a reserva útil de água do solo. Em contraste com a relativa estabilidade de localização da área do sistema de cultivo irrigado, o sistema de sequeiro sofreu grande alteração na sua localização. Na década de 1960, era predominantemente cultivado nos estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais, sob risco climático de médio a alto.

Na década de 1970, com o estímulo governamental à abertura do Cerrado, assumiram papel relevante os estados de Goiás e Maranhão, com risco climático médio e baixo, respectivamente. Na década de 1980, estes dois estados ainda cultivavam área relativamente grande de arroz, mas já se observava o deslocamento da fronteira agrícola para o Estado do Mato Grosso (Fig. 4).



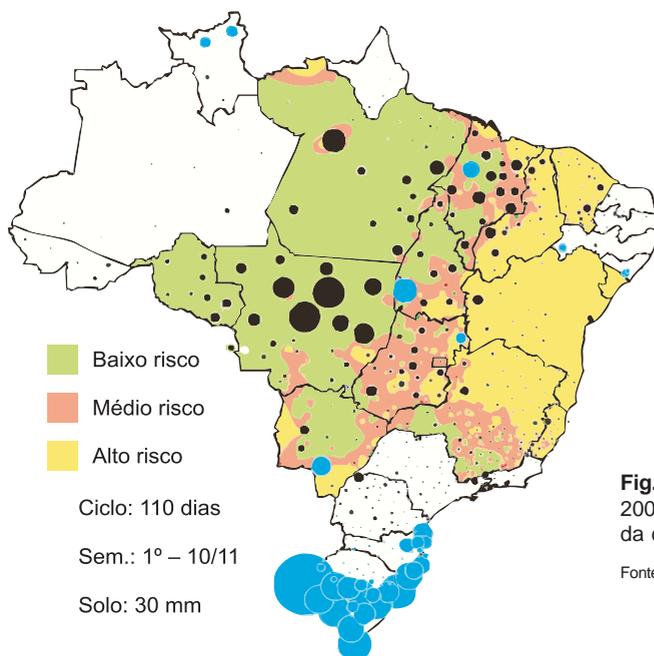
**Fig. 4.** Distribuição da produção, média dos anos 1975 a 1977, versus zoneamento agroclimático da cultura do arroz para o Brasil.

Fonte: Embrapa (2006), IBGE (2006).



**Fig. 5.** Distribuição da produção, média dos anos 1990 a 1992, versus zoneamento agroclimático da cultura do arroz para o Brasil.

Fonte: Embrapa (2006), IBGE (2006).



**Fig. 6.** Distribuição da produção, média dos anos 2003 a 2005, versus zoneamento agroclimático da cultura do arroz para o Brasil.

Fonte: Embrapa (2006), IBGE (2006).

Tanto a redução da área de fronteira agrícola quanto o seu avanço, no sentido sudeste–noroeste, resultaram em redução da área de cultivo nos estados da Região Sudeste. Na década de 1990, essa região cultivou uma área irrisória de arroz de terras altas. Da mesma forma, os estados sob forte pressão de desmatamento na década de 1980, como Goiás e Maranhão, diminuíram sua

participação na produção na década de 1990, enquanto Mato Grosso assumiu nítida liderança (Fig. 5). O avanço da frente de desmatamento sobre a Amazônia Legal no final da década de 1990 explica ainda o crescimento gradativo de área cultivada no Estado do Pará (Fig. 6) onde as novas cultivares de arroz de terras altas estão alcançando rendimentos elevados.

As Fig. 4 a 6 provêem, portanto, um retrato da gradativa migração do cultivo para as áreas de menor risco climático, com deslocamento no sentido sudeste-noroeste e concentração atual nos estados de Mato Grosso e Pará. Contudo, novas políticas, fruto da preocupação com as mudanças climáticas globais, especialmente após a divulgação dos resultados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, seguramente vão impor fortes sanções para conter novos desmatamentos.

## As cultivares de arroz de terras altas

Os lançamentos que associavam o tipo de planta moderno (90 cm a 100 cm de altura, 200 perfilhos/m<sup>2</sup> a 250 perfilhos/m<sup>2</sup>, folhas eretas, resistentes ao acamamento) com grãos longo-finos tiveram início em 1992, com a cultivar Progresso, originária de introduções do Ciat, de linhas segregantes em geração F4, que foram selecionadas pela Embrapa e Empaer-MT para as condições do Cerrado. Mas foram as cultivares Maravilha (Fig. 7) e BRS Primavera, lançadas em 1996, ainda sob a vigência das CTAroz, que representaram marco histórico para a cultura, levando a seu resgate junto ao produtor e à indústria.

Foto: Sebastião Araújo



**Fig. 7.** Entre os vários lançamentos do programa de melhoramento da espécie, 'Primavera' foi a maior inovação para o cultivo do arroz no ambiente tropical.

A Tabela 1 e a Fig. 8 apresentam as características agronômicas das cultivares de arroz de terras altas em comparação com cultivares de tipo de planta tradicional. A estatura e o arranjo foliar das novas cultivares conferem-lhes maior potencial produtivo<sup>4</sup> ao evitar o acamamento e melhorar a distribuição de luz no dossel. Mas além das implicações da alteração do tipo de planta sobre o potencial produtivo e resposta a insumos, as novas cultivares propiciaram, também, substancial aumento da aceitação do produto pela indústria e consumidores, em virtude das características dos grãos, muito similares ao padrão de qualidade do arroz irrigado (Fig. 9 e Tabela 2).

Entre os vários lançamentos do programa de melhoramento da espécie, a cultivar Primavera (Fig. 7) foi, seguramente, a maior inovação para o cultivo do arroz no ambiente tropical. Lançada em 1996, tem até hoje destacada participação na produção, apesar da tendência ao acamamento sob alta fertilidade e da quebra da sua resistência à brusone. Seu diferencial em relação aos demais lançamentos de tipo de planta moderno deveu-se às características de cocção superiores, que lhe asseguram preço diferenciado pela indústria. Seus grãos, de ótima aparência física, ficam macios e soltos no cozimento e permanecem macios ao serem reaquecidos devido ao conteúdo intermediário de amilose. Adicionalmente, pode ser beneficiada logo após a colheita, o que é uma clara vantagem na região, que convive com menor oferta do produto e menor capacidade de armazenamento do que a Região Sul.

## Principais impactos do arroz de terras altas

O novo arroz de sequeiro, de tipo de planta moderno e de grãos similares ao do arroz irrigado, rompeu com o paradigma de cultura não rentável e avessa à tecnologia, sendo por isso rebatizado como arroz de terras altas. Com o lançamento das primeiras cultivares com tais características, a produtividade do cultivo passou a apresentar constante e gradativo aumento, fazendo com que a produtividade média se elevasse de 1,1 t/ha para os atuais 1,9 t/ha, em menos de 10 anos. Esses incrementos foram ainda mais significativos no Estado do Mato Grosso, onde a produtividade média atual é próxima de três toneladas por hectare (Fig. 2).

Outro impacto, diretamente ligado à alteração da aparência física e das propriedades de cocção das novas cultivares, foi a equiparação de preços nos pólos de produção. A Fig. 10 apresenta a relação entre o preço pago pelas

<sup>4</sup> Em lavouras bem conduzidas, podem ser alcançadas produtividades ao redor de 4 t/ha, enquanto, experimentalmente, têm sido obtidas mais de 6 t/ha com cultivares de tipo de planta moderno.

**Tabela 1.** Médias de produtividade e caracteres agronômicos das principais cultivares de arroz de terras altas em comparação com cultivares de tipo de planta tradicional de sequeiro.

Nome da cultivar	Ano de lançamento	Produtividade (Kg/ha)	Dias da semeadura a 50 % da floração	Altura da planta (cm)	Acamamento (escore)
Rio Paranaíba <sup>(1)</sup>	1986	3.680	100	124	3,8
Caiapó <sup>(1)</sup>	1992	4.054	90	122	3,7
Progresso	1993	3.904	97	102	2,3
Maravilha	1996	4.110	94	105	1,8
Primavera	1996	4.124	76	110	3,6
Canastra	1997	3.433	87	107	2,3
BRS Bonança	2000	4.315	82	98	1,2
BRS Talento	2001	4.440	86	98	1,9
BRS Soberana	2002	3.920	76	114	3,2
BRSMG Curinga	2004	4.250	88	102	1,3
BRS Sertaneja	2006	4.143	80	106	2,3

<sup>(1)</sup> Planta tradicional de sequeiro.

Fonte: Ensaios avançados da Rede de Melhoramento de Arroz da Embrapa.

Fotos: Sebastião Araújo



**Fig. 8.** Características agrônômicas das cultivares de arroz de terras altas em comparação com cultivares de tipo de planta tradicional. A estatura e o arranjo foliar das novas cultivares conferem-lhes maior potencial produtivo.

Fotos: Sebastião Araújo



**Fig. 9.** As novas cultivares de arroz de terras altas propiciaram substancial aumento da aceitação do produto pela indústria e consumidores por causa das características dos grãos, muito similares ao padrão de qualidade do arroz irrigado.

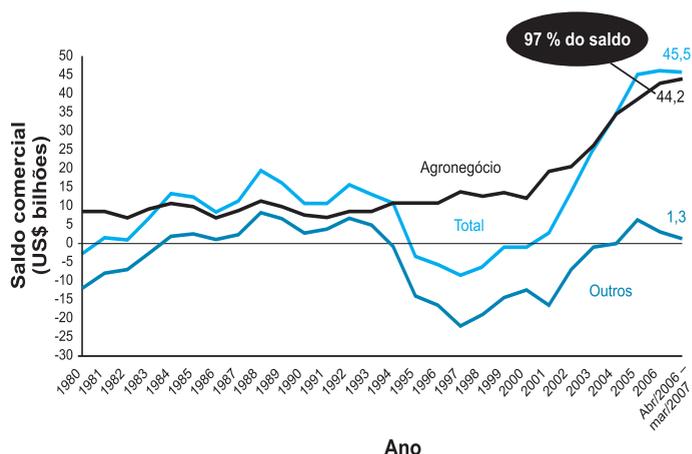
indústrias locais ao produto no Rio Grande do Sul e em Goiás no período de janeiro de 1985 a setembro de 2000. Na década de 1980, a popularização do tipo de grão do arroz irrigado levou à gradativa diminuição do preço pago ao produto de sequeiro. O diferencial entre os produtos ampliou-se até o início da década de 1990, quando os preços pagos ao produto em Goiás e no Rio Grande do Sul começaram, novamente, a se aproximar, até se equipararem na década de 2000.

**Tabela 2.** Características dos grãos de cultivares de arroz de terras altas em comparação com as cultivares de referência de arroz irrigado e de sequeiro tradicional.

Cultivares	Rendimento de engenho	Teor de amilose (%)	Temperatura de gelatinização	Comprimento (mm)	Largura (mm)
BR IRGA 409 <sup>(1)</sup>	Alto	27,0 Intermediário	7,0 Intermediária	6,81	2,06
Rio Paranaíba <sup>(2)</sup>	Alto	20,5 Baixo	3,7 Alta	7,27	2,52
Caiapó <sup>(2)</sup>	Alto	24,2 Intermediário/Baixo	4,0 Intermediária	6,73	2,30
Maravilha	Alto	21,6 Intermediário/Baixo	3,1 Alta	6,91	2,02
Primavera	Baixo	24,5 Intermediário	4,7 Intermediária	7,29	1,96
Canastra	Alto	21,3 Intermediário/Baixo	3,8 Intermediária/Alta	6,99	2,14
BRS Bonança	Alto	24,9 Intermediário	4,0 Intermediária	6,22	2,29
BRS Talento	Baixo	24,9 Intermediário	4,3 Intermediária	6,93	1,92
BRS Soberana	Alto	24,8 Intermediário	3,9 Intermediária	7,08	1,95
BRSMG Curinga	Alto	24,4 Intermediário	4,1 Intermediária	7,05	3,12
BRS Sertaneja	Alto	23,3 Intermediário	4,3 Intermediária	7,32	2,08

<sup>(1)</sup> Arroz irrigado; <sup>(2)</sup> Arroz de sequeiro tradicional.

Fonte: Ensaios avançados da Rede de Melhoramento de Arroz da Embrapa.



**Fig. 10.** Índice da relação de preços pagos aos produtores dos estados de Goiás e Rio Grande do Sul, período de 1970 a 2001.

Fonte: Ferreira et al. (2005).

Esta retomada da aceitação do produto tropical atraiu indústrias da Região Sul do País aos pólos de produção de arroz de terras altas. Além disso, a possibilidade de aquisição de arroz de qualidade a menor custo tornou atrativa a mescla do produto de sequeiro com o irrigado em regiões distantes dos pólos de produção.

As inovações da pesquisa relacionadas ao arroz de terras altas permitiram, portanto, a retomada do sistema de cultivo de sequeiro sob novas bases, em regiões climaticamente favorecidas, e atraíram investimentos, na forma de novas indústrias de beneficiamento. Atualmente, o Estado de Mato Grosso tem capacidade para beneficiar mais de um milhão de toneladas de arroz, em plantas modernas, e vem fazendo novas marcas reconhecidas no mercado.

## Os novos desafios do arroz de terras altas

Apesar dos significativos avanços da pesquisa, que propiciaram importante inovação tecnológica para o arroz no ambiente tropical, os dados relativos à dinâmica da produção do arroz em Mato Grosso indicam que a cultura ainda não se consolidou como componente estável de sistemas de produção, tendo ainda forte papel na abertura de novas áreas (MENDEZ DEL VILLAR et al., 2002). Em Rondônia e no Pará, a área e a produção estão aumentando de forma contínua, predominando o papel de cultura desbravadora. Portanto, o maior desafio atual da pesquisa é a inserção do novo arroz de terras altas, como componente regular dos sistemas agrícolas do Cerrado. A pesquisa prioriza ações tanto na área de melhoramento genético quanto de manejo, visando aumentar a sua adaptação ao Sistema Plantio Direto (SPD) para utilização na rotação com a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] e demais grãos, ou na renovação de pastagens degradadas.

Na década de 1990, foi amplamente difundida e adotada a tecnologia denominada Sistema Barreirão, que consiste no manejo consorciado do arroz e outros cultivos de grãos com pastagens do gênero *Brachiaria* (KLUTHCOUSKY et al., 1991) visando reduzir os custos da renovação da pastagem degradada (YOKOYAMA et al., 1995). Inicialmente desenvolvida para o sistema de plantio convencional, foi adaptada para permitir o manejo de cultivos com pastagens sob plantio direto. Esta adaptação, denominada Sistema Santa Fé, foi o elemento embasador do programa de Integração Lavoura–Pecuária (KLUTHCOUSKY et al., 2003), amplamente promovido pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento e pelo Ministério da Ciência e Tecnologia por suas implicações na sustentabilidade da exploração agrícola no Cerrado.

As áreas originalmente abertas com arroz estão atualmente ocupadas com soja, em solo sob preparo mínimo e plantio direto. A necessidade de aumentar a disponibilidade de palhada no sistema, bem como de reduzir a incidência de pragas e doenças da soja, em especial da ferrugem, abre oportunidade para a introdução do arroz como cultura de rotação. Contudo, a cultura apresenta baixa adaptação ao SPD, pois a ausência de preparo do solo induz à compactação da sua camada superficial (GUIMARÃES; YOKOYAMA, 1998; GUIMARÃES; MOREIRA, 2001), limitando o crescimento inicial da planta e, conseqüentemente, o aprofundamento do sistema radicular, aumentando a sensibilidade à seca. Outras limitações para o arroz em SPD são a redução da porosidade do solo e da disponibilidade de nitrogênio, a imobilização de nutrientes na palhada e o aumento da incidência de doenças da planta, especialmente brusone e mancha-de-grãos. Assim, a pesquisa tem como desafios ampla gama de ajustes, não só do sistema de manejo da cultura como também da própria planta, via programa de melhoramento, para superar as limitações encontradas no novo ambiente. Essas alterações incluem maior vigor inicial; raízes mais profundas e com maior capacidade de penetração no solo; maior tolerância à seca; habilidade competitiva com plantas daninhas; e resistência a doenças, em especial à brusone.

## Visão de futuro para o arroz de terras altas

### Consolidação do mercado interno e ampliação das exportações

Superadas as limitações para adaptação do arroz de terras altas ao plantio direto, considera-se que exista alto potencial de crescimento para o cultivo,

especialmente nas áreas já exploradas e que se encontram sob pastagens degradadas, no centro-norte do Mato Grosso, em Goiás, no Tocantins, no sudeste do Pará, em Rondônia e em Roraima.

O potencial de exploração de várzeas subtropicais já está praticamente atingido, não podendo exceder muito os atuais 1,1 milhão de hectares, sob risco de não ter as necessidades de água atendidas. Os incrementos de produção sob esse ecossistema vão, pois, seguir dependendo de incrementos de produtividade. Contudo, esta já atingiu um valor muito relevante, superior a 6,5 t/ha no Rio Grande do Sul e a 7 t/ha em Santa Catarina, deixando pouco espaço para incrementos adicionais.

Assim, se o mercado internacional de arroz sinalizar para a ampliação, o Brasil terá condições de produzir excedentes, ajustando a área cultivada sob o ecossistema de terras altas no ambiente tropical. Contudo, esta não pode ser uma política aleatória e ocasional, e sim estratégia palmilhada passo a passo, com a necessária antecipação e devidamente acordada entre as cadeias produtivas dos dois ecossistemas. Saliente-se que a alteração da forma e aparência do grão das cultivares de sequeiro, de longo para longo-fino, não permite distingui-lo das do irrigado. Contudo, a maior estabilidade inerente a esse ecossistema resulta em produto de melhor aparência e padrão, portanto mais apto a mercados mais exigentes.

## Oportunidades para integração e colaboração em pesquisa

O arroz é importante componente da segurança alimentar mundial, sendo especialmente estratégico na alimentação das populações carentes da zona tropical da Ásia, África e América Latina. Nos países asiáticos, já existem iniciativas com vistas a estabelecer novo paradigma para o sistema de cultivo do arroz, denominado arroz aeróbico. Esse sistema, conduzido tanto em várzeas, sem lâmina de água, quanto em terras altas, sob adequada disponibilidade de água, tem premissas bastante similares às do arroz de terras altas. As inovações desenvolvidas pela pesquisa brasileira para esse agroecossistema são de interesse dos países asiáticos, tendo sido apresentadas, por convite do Irri, em vários eventos e workshops na Índia, China, Japão e Tailândia, suscitando muito interesse. Apesar de as diferenças entre ambientes e ecossistemas fazerem com que a experiência brasileira no melhoramento e no manejo do cultivo não sejam diretamente transferidas, a

Embrapa tem sido chamada a participar de projetos dos *Challenge Programs* dos centros de pesquisa ligados ao Grupo Consultivo em Pesquisa Agrícola Internacional (Cgiar), destacando-se ações voltadas para a fenotipagem e a identificação de genes de importância para o arroz de terras altas, incluindo resistência à seca e biofortificação, entre outros.

Já para outras nações, a exemplo dos países africanos, as cultivares de arroz de terras altas e as tecnologias de manejo podem ser facilmente transferidas, especialmente para os de fala portuguesa, mediante programas cooperativos de capacitação e cooperação técnica, com o apoio de agências internacionais que visam a amenizar a fome e a lacuna tecnológica.

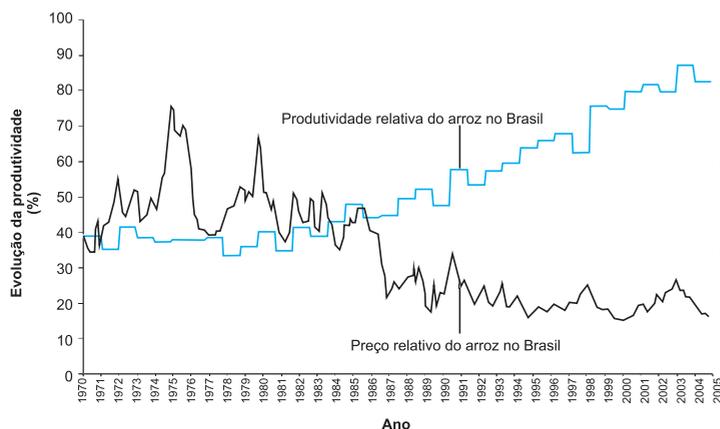
## Considerações finais

Considera-se que o estabelecimento do zoneamento agroclimático e o lançamento das cultivares de tipo de planta moderno e grãos longo-finos permitiram romper o paradigma de cultura de abertura de área e estabelecer um novo conceito: o arroz de terras altas. O acelerado declínio da área cultivada, iniciado na segunda metade da década de 1980, teria sido irreversível não fossem estes avanços que contribuíram significativamente para renovar o interesse do produtor, da indústria e do consumidor.

Acredita-se que, em futuro próximo, o arroz no ecossistema de terras altas ocupará espaço maior em sistemas agrícolas sob SPD, seja sob sistemas de produção de grãos, seja sob a integração lavoura-pecuária. Dependendo das tendências e oportunidades de mercado, as áreas do Cerrado, especialmente aquelas sob pastagens degradadas, podem ser estimuladas a produzir arroz.

Além da definição da área de cultivo anual de acordo com a sinalização do mercado, a produção deveria estar suportada por políticas baseadas no abastecimento do parque industrial instalado; no uso sustentável das várzeas e das terras altas; e no equilíbrio e complementaridade entre os dois ecossistemas e os diversos segmentos das suas cadeias produtivas.

Ressalta-se, ainda, que o consumidor, que se beneficiou amplamente dos incrementos de produtividade nos dois ecossistemas de produção de arroz, a qual resultou em significativa redução do preço do produto (Fig. 11), pode desempenhar papel cada vez mais estratégico na cadeia produtiva, especialmente sob uma política de incremento do consumo e de diversificação industrial do produto e seus derivados.



**Fig. 11.** Evolução da produtividade relativa e do preço relativo do arroz no Brasil no período de 1970 a 2005.

Fonte: Embrapa (2006).

## Referências

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Programa nacional de pesquisa do arroz (safra 1975/1976)**. Goiânia, 1975. 55 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Relatório científico**: Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. Goiânia, 1984. p. 100-113.

EMBRAPA. Departamento Técnico Científico. **Programa nacional de pesquisa de arroz**. Brasília, 1981. 69 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Produção de grãos**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia>>. Acesso em: 4 dez. 2006.

FERREIRA, C. M.; PINHEIRO, B. da S.; SOUSA, I. S. F. de; MORAIS, O. P. de. **Qualidade do arroz no Brasil**: evolução e padronização. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 61 p.

GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p.703-707, 2001.

GUIMARÃES, C. M.; YOKOYAMA, L. P. O arroz em plantio direto. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L. F. (Ed.). **Tecnologia para o arroz de terras altas** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p. 25-30.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Culturas temporárias e permanentes. 1990-2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> . Acesso em: 4 dez. 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S. M.; OLIVEIRA, E. T. de. **Renovação de pastagens de Cerrado com arroz**. I. Sistema Barreirão. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1991. 20 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 33).

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

MOREIRA, R. M.; CARMO, M. S. do. Agroecologia na construção do desenvolvimento rural sustentável. **Agricultura em São Paulo**, v. 51, p. 37-56, 2004.

MENDEZ DEL VILLAR, P.; FERREIRA, C. M.; GAMEIRO, A. H.; ALMEIDA, P. N. A. **Arroz de terras altas em Mato Grosso** evolução tecnológica e dinâmica territorial. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 23 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 143).

PARDEY, P. G.; ALSTON, J. M.; CHANG-KANG, C.; MAGALHÃES, E. C.; VASTI, S. S. **Assessing and attributing the benefits from varietal improvement research in Brazil**

Washington: International Food Policy Research Institute, 2004. 102p. (IFPRI. Research Report, 136).

PINHEIRO, B. da S.; CASTRO, E. da M. de; GUIMARÃES, C. M. Sustainability and profitability of aerobic rice production in Brazil. **Field Crops Research**, Amsterdam, The Netherlands, v. 97, p. 34-42, 2006.

PINHEIRO, B. da S.; STEINMETZ, S.; STONE, L. F.; GUIMARÃES, E. P. Tipo de planta, regime hídrico e produtividade do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, p. 87-95, 1985.

STEINMETZ, S.; REYNIERS F. N.; FOREST, F. **Caracterização do regime pluviométrico e do balanço hídrico do arroz de sequeiro em distintas regiões produtoras do Brasil: síntese e interpretação dos resultados**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1988a. v. 1, 66 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 23).

STEINMETZ S.; REYNIERS, F. N.; FOREST, F. **Caracterização do regime pluviométrico e do balanço hídrico do arroz de sequeiro em distintas regiões produtoras do Brasil: catálogo básico de dados**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1988b. v. 2, 278 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 24).

YOKOYAMA, L. P.; KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, I. P. de; DUTRA, L. G.; SILVA, J. G. da; GOMIDE, J. de C.; BUSO, L. H. **Sistema Barreirão: análise de custo/benefício e necessidade de máquinas e implementos agrícolas**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1995. 31 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 56).

## Literatura recomendada

BRESEGHELLO, F.; STONE, L. F. (Ed.). **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. 161 p.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos. **Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 250 p.

FERREIRA, C. M.; YOKOYAMA, L. P. **Cadeia produtiva do arroz na Região Centro-Oeste**. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação, 1999. 110 p.

GUIMARÃES, E. P.; VIEIRA, N. R. A.; PINHEIRO, B. S. Breeding for speciality rice in Latin America: status and perspectives. In: CHAUDHARY, R. C.; TRAN, D. V.; DUFFY, R. (Ed.). **Speciality rices of the world: breeding, production and marketing**. Rome: FAO, 2001. p. 317-322.

MORAIS, O. P. de; CASTRO, E. da M. de; SANT'ANA, E. P. de. Selección recurrente en arroz de secano en Brasil. In: GUIMARÃES, E. P. (Ed.). **Selección recurrente en arroz**. Cali: Ciat, 1997. p. 99-115.

MORAIS, O. P. de; RANGEL, P. H. N.; FAGUNDES, P. R. R.; CASTRO, E. da M. de; NEVES, P. de C. F.; BRONDANI, C.; PRABHU, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de. Avanços do melhoramento genético do arroz no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., 2005. **Anais....** Passo Fundo: Embrapa Trigo/ Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2005. CD-ROM

MORAIS, O. P. de; RANGEL, P. H. N.; FAGUNDES, P. R. R.; CASTRO, E. da M. de; NEVES, P. de C. F.; CUTRIM, V. dos A.; PRABHU, A. S.; BRONDANI, C.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de. Melhoramento Genético. In: SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. (Ed.). **A Cultura do arroz no Brasil** 2 ed. rev. amp. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 289-358.

PINHEIRO, B. da S. Integrating selection for drought tolerance into a breeding program: the Brazilian experience. In: FISCHER, K. S.; LAFITTE, R.; FUKAI, S.; ATLIN, G.; HARDY, B. (Ed.). **Breeding rice for drought prone environments** Los Baños: IRRI, 2003. p. 75-83.

PINHEIRO, B. da S.; GUIMARÃES, E. P. Índice de área foliar e produtividade do arroz de sequeiro. I. Níveis limitantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, p. 863-872, 1990.

SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil** 2.ed. rev. ampl. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1000 p.