

## Ciência, Tecnologia e Inovação em Arroz: Uma Visão de Futuro

Pedro A. Arraes Pereira, Francisco J. B. Reifschneider<sup>2</sup> e Elcio P. Guimarães<sup>3</sup>

Dados arqueológicos sugerem que o cultivo do arroz iniciou-se há 10.000 anos no sul da China. A domesticação dessa cultura foi indubitavelmente um dos mais importantes eventos da história da humanidade. Este fato pode ser constatado atualmente quando cerca da metade da população mundial depende do arroz como fonte principal de alimento. A importância do arroz foi destacada no último século pelo seu papel preponderante na revolução verde que tinha como um dos pilares a inovação tecnológica. Neste trabalho serão descritos, e posteriormente elencados, exemplos de como a inovação tecnológica poderia permear a pesquisa com a cultura do arroz.

A capacidade inovadora de cada instituição está associada a diversos elementos, desde a cultura institucional até à disponibilidade de recursos para execução de atividades ligadas a novas idéias. Dentre esses elementos, o ambiente que apóia o processo de criação e experimentação, a geração de novas idéias e conceitos para produtos, serviços ou modelos estratégicos é certamente crítico.

O que é necessário para que a inovação tecnológica aconteça e seja utilizada pela sociedade? Primeiramente é importante que seja algo real e economicamente viável, além de contemplar um investimento de alto retorno tanto para o setor privado (shareholders) como para o setor público (sociedade). A compreensão da abrangência dos impactos, além de um sistema contínuo de avaliação e monitoramento, é imprescindível para estimular o processo inovativo.

O processo de inovação tecnológica exige uma definição clara de responsabilidades com o princípio da transparência, permeando todos os níveis. É importante também recorrer aos incentivos corretos para promover a cultura inovadora e considerar a gestão de riscos relacionados ao próprio processo de inovação, cujos desafios podem ser definidos como globais, regionais e nacionais ou "sub" regionais, sendo que cada uma dessas dimensões requer arranjo diferenciado.

A mobilização de recursos é parte fundamental do processo inovador e consiste na harmonização da competência de recursos humanos, propriedade intelectual, conhecimento e, obviamente, recursos financeiros. Neste aspecto, é importante observar a evolução dos financiamentos públicos de pesquisa onde houve mudança de um processo tradicional, onde os recursos eram alocados apenas na dimensão público nacional, para sistemas de maior complexidade.

Atualmente já se convive com um modelo novo (Novo 1) onde se observa uma forte interação entre o público e o privado com a formação do que tem sido denominado de parcerias público/privadas. Recentemente apareceram formas de financiamento mais complexas onde interagem o público, o privado, o nacional e o ambiente internacional. (Figura 1).

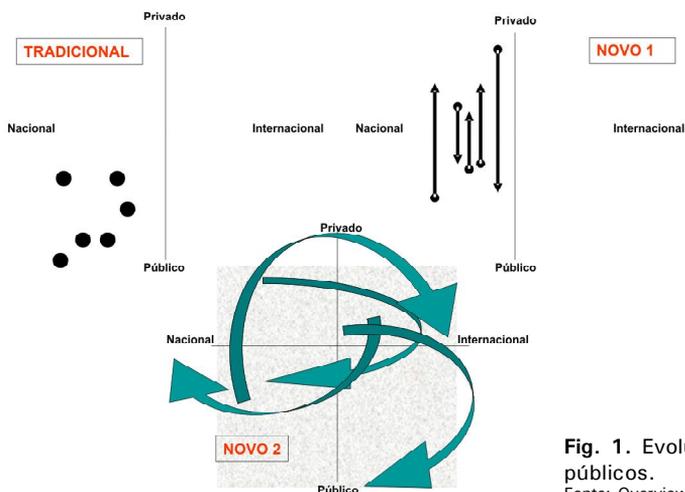
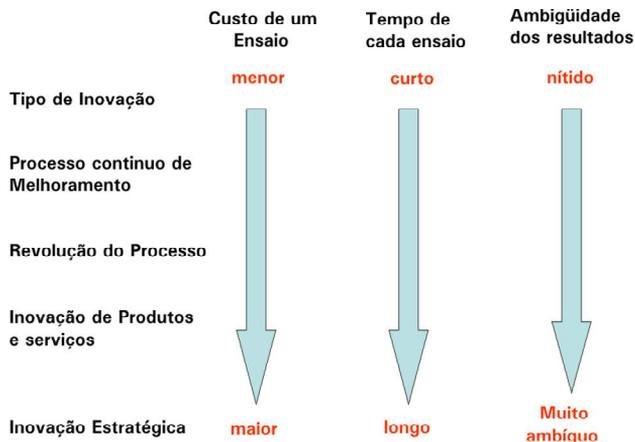


Fig. 1. Evolução dos financiamentos públicos.

Fonte: Overview The New public Finance UNDP. 2006.

É importante ressaltar as características dos quatro diferentes tipos de inovação tecnológica: processo contínuo de melhoramento; revolução do processo; inovação de produtos e serviços; e inovação estratégica que têm características distintas em relação ao custo, ao tempo necessário para se concretizarem e, principalmente, em relação à ambigüidade dos resultados (Figura 2).



#### Definição das características dos quatro diferentes tipos de inovação

Fig. 2. Características dos quatro tipos de inovação.

Fonte: 10 rules for Strategic Innovators V. Govindarajan e C. Temple Harvard Press, 2005.

Após expor alguns conceitos básicos e condições do processo inovador, será abordada a questão da inovação tecnológica e o futuro da pesquisa enfatizando a cultura do arroz. As primeiras questões que deve-se considerar, nesse caso, são:

- O que se deve fazer para que o Brasil seja competitivo e atender o mercado interno do arroz?
- Quais características deve ter o arroz e seu cultivo para competir com outras culturas na agenda do agricultor brasileiro?
- Qual será o papel do Brasil, no futuro, com relação ao mercado mundial do arroz?
- Que nichos de mercado terão vantagens competitivas?

Levando-se em consideração os diferentes cenários para o cultivo do arroz no Brasil e como este poderá se inserir no contexto global, há vários caminhos a serem seguidos. Antes de discutir esses caminhos é importante, contudo, imaginar como será o produtor de arroz do século XXI. Esse produtor deverá continuar produzindo mais, com qualidade dentro de sistemas integrados de produção, onde a sociedade exigirá que seja um gestor do meio ambiente e da biodiversidade. Será necessário, ainda, que esse produtor implemente cada vez mais uma atuação coletiva, e que também proporcione ganhos pessoais, talvez um novo paradigma de cooperativismo. O mais importante aspecto, entretanto, é que o produtor terá que ter capacidade de adaptação imediata às mudanças como as relacionadas com clima e mercado. Neste aspecto, a sustentabilidade do produtor de arroz estará diretamente relacionada com as soluções inovadoras para cultura de arroz, proporcionadas pelas instituições de Ciência e Tecnologia.

A agenda de pesquisa agropecuária no sistema internacional tem aumentado sistematicamente em termos de complexidade. O arroz faz parte desde o início da base da pirâmide da evolução da agenda da pesquisa, do Grupo Consultivo Internacional de Pesquisa Agropecuária - CGIAR (Figura 3).

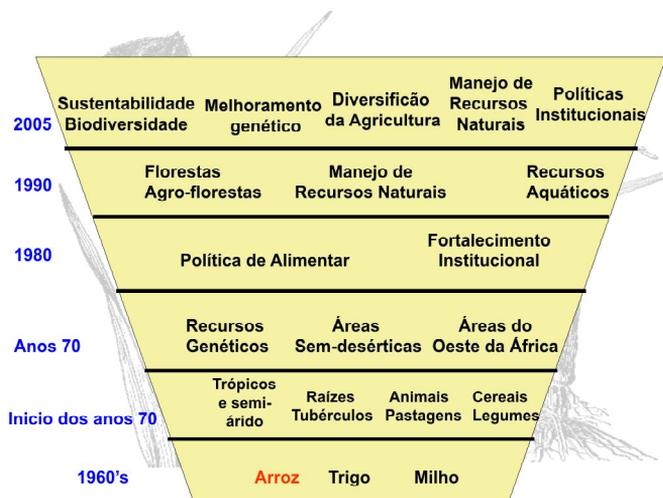


Fig. 3. Evolução da Agenda de Pesquisa do CGIAR. Fonte: The CGIAR in 2005.

Um dos caminhos que levam ao aumento da produtividade e à qualidade do arroz nesse novo nível de complexidade, como é indicado pela agenda de pesquisa do CGIAR, relaciona-se com a utilização adequada das novas ferramentas genômicas associadas ao melhoramento genético, que pautou-se no conceito do ideótipo, tanto para o sistema irrigado como para o sistema de terras altas. A Embrapa, de maneira independente e também por meio de projetos colaborativos com entidades internacionais, já está investindo nessa área. Tirando proveito dessa tecnologia, a utilização de híbridos entre *indicas* e *japonicas* de origem bem distante poderá proporcionar, a médio prazo, ganhos de produtividade compensadores com o menor custo de produção. Essa atividade já está em processo em alguns programas de melhoramento do país.

Neste contexto sobressai o exemplo de inovador do arroz de terras altas, em que novas cultivares *japonica* vs *indica* com um novo tipo de grão, associando características desejáveis de aparência e qualidade de cocção proporcionaram, a partir de 2001, uma paridade de preços com o arroz agulhinha do sistema irrigado da região Sul do Brasil.

O desafio do futuro para o arroz de terras altas é como fazer o seu cultivo integrar-se efetivamente ao sistema de produção com as vantagens comparativas com as outras culturas de verão. Para que isso ocorra, há necessidade de se pensar quais são as inovações tecnológicas necessárias para estimular esse processo.

No aspecto mais básico, há necessidade de se entender melhor os mecanismos de absorção e rotas metabólicas de nutrientes que diferem bastante do metabolismo no sistema irrigado e que atualmente são gargalos na sustentabilidade do arroz de terras altas. Os estudos de genômica em arroz avançam numa velocidade impressionante onde o depósito de seqüências em bases de dados acontece num ritmo crescente. Há necessidade, contudo, de se avançar com uma plataforma de bioinformática para

organização dos dados e facilitar a interação entre os diversos grupos que trabalham nessa área. Somente com essa organização os programas de melhoramento genético podem usar, por exemplo, a sintenia para identificar regiões similares com genes importantes para diversas gramíneas. Para que isso ocorra, uma vez mais é necessário colocar em ação a capacidade do pesquisador brasileiro em inovar e tirar proveito de associações com instituições internacionais que estão mais avançadas nessa área de pesquisa. Esse processo é de médio a longo prazo e deverá requerer investimentos sem o compromisso imediato de resultados e conseqüente utilização direta pelo agricultor.

Outros estudos estão sendo conduzidos em arroz onde manipulações genéticas como o estabelecimento da expressão das enzimas responsáveis pelo ciclo  $C_4$  ou a transferência de genes de resistência a doenças de outras gramíneas como o milho, onde foi identificado o gene que controla a reação hipersensitiva à bactéria *Xanthomonas Oryzae pv oryzicola*. Esses são dois exemplos dentre muitos outros estudos básicos que estão sendo conduzidos com a cultura do arroz nos maiores centros de excelência de pesquisa do mundo. Aqui cabe indagar:

- Quais os genes estão sendo estudados no momento no Brasil em parceria ou com centros avançados na área molecular?
- Quais os genes poderiam oferecer uma vantagem competitiva para a produção de arroz no Brasil?

Uma vez mais aparece a necessidade de o país associar sua pesquisa à dos centros mais avançados e com eles partilhar recursos e idéias para que tenhamos direito de utilizar as informações e descobertas em tempo real.

O arroz, como o cereal mais produzido no mundo em ecossistemas, muitas vezes frágeis, onde o problema de competição com centros urbanos pela água disponível aumenta a cada dia, terá que sofrer um aumento de eficiência muito grande no uso de água, para continuar sendo competitivo. Além do problema da escassez de água, a irrigação por inundação, predominante na cultura, também favorece a emissão de gases que pode aumentar os danos do efeito estufa na terra. Segundo estimativas recentes, as terras classificadas como "tipo 6", que são aptas para o cultivo do arroz e outros cultivos nas regiões tropicais, declinarão em torno de 18 a 51% no próximo século devido ao aquecimento global. Existem previsões de que até 2100 as médias de temperaturas da superfície da terra aumentarão entre 1,4 °C e 5,8°C.

Para antecipar os efeitos dessas mudanças na cultura do arroz, haverá necessidade de um grande esforço no avanço da habilidade de previsão de situações anômalas de clima, visando possibilitar uma redução significativa da vulnerabilidade dos sistemas produtivos à seca, à incidência de pragas e a outros parâmetros relacionados ao potencial produtivo e à qualidade do produto. Nesta área de inovação, o país pode aprender e tirar proveito da pesquisa internacional sem a necessidade de grandes investimentos, já que dispõe de recursos hídricos abundantes e não sofre as mesmas ameaças e pressões que outras regiões produtoras de arroz, conseqüentemente não necessita tratar o tema com a mesma urgência e relevância.

Outro grande desafio para a cultura do arroz será a utilização dos princípios da agricultura de precisão como sensoriamento remoto e a obtenção de parâmetros biofísicos que monitorem mudanças temporais e espaciais no crescimento do planta. Adaptar essas ferramentas da agricultura de precisão para a pequena propriedade também demandará um conjunto de ações inovadoras de pesquisa em diversas áreas do conhecimento. Esse desafio não é somente para a cultura do arroz, mas

para todas as culturas prioritários do país, portanto, esforços integrados em nível nacional devem produzir resultados a curto prazo, economizando recursos e aumentando a eficiência da produção de resultados.

Talvez, no momento, exista maior possibilidade de inovação no desenvolvimento de novos produtos à base de arroz. Esses produtos terão que maximizar as características nutricionais peculiares do arroz e seus atributos funcionais como, por exemplo, a produção do óleo de arroz virgem com maiores níveis de anti-oxidantes. Esses novos nichos de mercado poderão ampliar o uso de produtos à base de arroz. Essa é uma área na qual o país deve concentrar esforços imediatos, já que não pode esperar pelo desenvolvimento internacional visto que os nichos e as vantagens comparativas estão associadas a demandas principalmente internas por novas alternativas. Isso não quer dizer que não se possa ou deva pensar em possibilidades de nichos internacionais, mas que a prioridade deve ser nacional.

Na área de nanotecnologia, pode-se visualizar o desenvolvimento de polímeros naturais à base de amido de arroz e novos produtos compostos a partir de subprodutos do arroz como a casca, sílica, além da utilização da palha de arroz para produção de biocombustíveis. A utilização de nono fibras aumenta significativamente a resistência de matérias e proporciona a possibilidade da produção de fibras comestíveis à base de amido de arroz, assim como embalagens biodegradáveis com os resíduos da produção de arroz.

Conclui-se que existem inúmeras possibilidades para a cultura do arroz no futuro e que a comunidade científica deve estar focada e atenta aos avanços da ciência, a fim de aplicá-los na geração de processos que ampliem a utilização do arroz e seus subprodutos. Entretanto, considerações com respeito ao tempo e investimentos necessários para a implementação e produção dos resultados e as associações requeridas para isso são elementos a serem considerados antes de se iniciar qualquer atividade ligada à inovação tecnológica.

## Referências Bibliográficas

Brown J. S. e Hagel III 2005. The only sustainable edge: Why business strategy depends on productive friction and dynamic specialization. Boston: Harvard school press.

Delmer, P. D. 2005 Agriculture in the developing world: Connecting innovations in plant research to downstream applications. PNAS 102 vol44:15739-15746.

Govindarajan, Vijay. 2005 Rules for strategic innovators: from the Idea to execution. IBSN 1-59139-758-8. Harvast Business School.

Inge K., Conceição P., 2006 Overview The new public finance. Responding to global challenges. UNDP Oxford University Press.

Khush S. G. 2005 What it take to feed 5.0 billion rice consumers in 2030. Plant Mol. Biol. 59:1-6.

Pinheiro, B. da S., Castro E.da M. e C. M. Guimarães 2006. Sustainability and profitability of aerobic rice production in Brazil. Field crop research 97:34-42.

Toriyama K, Heong KL, Hardy B, editors. 2005. Rice is life: scientific perspectives for the 21st century. Proceedings of the World Rice Research Conference held in Tokyo and Tsukuba, Japan, 4-7 November 2004. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute, and Tsukuba (Japan): Japan International Research Center for Agricultural Sciences. [www.irri.org/wrrc/toc.html](http://www.irri.org/wrrc/toc.html).