

AJUSTAMENTO A UM SISTEMA DE ALIMENTOS ORIENTADO PARA A DEMANDA: NOVOS RUMOS PARA A INOVAÇÃO BIOTECNOLÓGICA*

*John Wilkinson***

Introdução

Bioteχνologias avançadas surgiram no contexto das explosões dos preços das mercadorias agrícolas e do petróleo dos anos 70 e foram rapidamente posicionadas como soluções radicais à crise de energia e à base protéica dos modernos sistemas de alimentos. Analistas mais pessimistas predisseram consequências igualmente dramáticas para o comércio, com a aceleração da substituição de produtos em detrimento dos países em desenvolvimento. Uns 20 anos depois, na medida em que as bioteχνologias se aproximam do mercado, contudo há crescente consenso com respeito a suas crescentes domesticações dentro de diferentes mercados setoriais e dentro de estratégias de agentes já estabelecidos.

Devemos ter cuidado, entretanto, em não subestimarmos a importância dos impactos setoriais já evidentes. Precisamos apenas olhar para a reestruturação da indústria de grãos e para o envolvimento cada vez mais direto dos grupos agroquímicos principais. O setor de processamento primário, por sua vez, tem sido igualmente afetado pela permutabilidade de amido e sacarose e pela transformação dos comerciantes de mercadorias (Ferruzzi, Tate & Syle) em agentes industriais de alta tecnologia. A adoção de bioestratégias por parte dos principais grupos químicos (Monsanto, ICI, Sanofi, Dupont) também conduziu a novos padrões de envolvimento em mercados agroalimentícios a jusante.

Por outro lado, é claro que a atual desdramatização das bioteχνologias corresponde aos interesses tanto da comunidade científica quanto da indústria, visto que a proximidade aos mercados provoca crescente preocupação de consumidores e grupos ativistas,

* Artigo traduzido do original *Adjusting to a demand oriented food system: new directions for biotechnology innovation* por Elisabeth Fonseca.

** Professor e Pesquisador do CPDA, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

o que ameaça as previsões tanto para recuperar investimentos em P&D, quanto para financiar mais pesquisa.

Entretanto, na medida em que os produtos se aproximam do mercado, é possível identificar uma mudança importante no contexto global dentro do qual a dinâmica das biotecnologias está situada. Nos primórdios da biotecnologia, a atenção era enfocada em seu potencial tecnológico de fornecer soluções radicais à crise do modelo fordista — energia renovável, proteína unicelular, fonte permutável de biomassa. Agora, contudo, as biotecnologias têm de negociar um mundo pós-fordista, tendo como premissa não uma competitividade de impulso tecnológico, mas novos padrões de interação entre produção e demanda. Como veremos adiante, é essa preocupação que está no centro das atuais estratégias para a biotecnologia em agroalimentos.

Bastidores e conclusões amplas de uma amostra de entrevistas com as principais firmas de agroalimentos e agrobiotecnologia

As considerações desenvolvidas neste artigo são extraídas de uma série de entrevistas em profundidade, conduzidas sob os auspícios da OCDE, com os principais atuantes em agroalimentos e com firmas agrobiotecnológicas especializadas.¹ Um total de 26 firmas foram entrevistadas, com a amostra obedecendo aos seguintes critérios: as firmas devem ser líderes em seu setor; cada um dos segmentos principais da cadeia de agroalimentos deve estar representado. Enquanto a maioria das firmas entrevistadas eram européias (16), havia também uma preocupação em estender a análise aos EUA e ao Japão, onde seis ou quatro firmas, respectivamente, foram entrevistadas. Entrevistas do setor público em cada um dos três blocos acima, juntamente com uma revisão da literatura acadêmica e profissional, serviram para complementar e checar os dados das entrevistas. Antes da redação final, as conclusões preliminares foram discutidas com uma larga amostra daqueles entrevistados.

Nossa análise foi conduzida à luz de duas características que influenciaram muito a análise das biotecnologias dos agroalimentos ao longo da última década: **a extrema heterogeneidade das estruturas produtivas tradicionais em agroalimentos e o caráter genérico das biotecnologias.** Esses dois fatores deram origem a uma série de hipóteses contrastantes e/ou complementares.

Uma linha de análise enfatizaria a apropriação diferencial de biotecnologias em linha com estratégias setoriais e realidades macroeconômicas específicas. O impacto das biotecnologias seria, portanto, examinado tanto dentro de uma diferenciação

¹ Esta pesquisa foi desenvolvida juntamente com o Dr. B. Sorj dentro do projeto da **OECD Biotecnologia, Agricultura e Alimentos**, coordenado pelo Dr. Salomon Wald.

tradicional de a montante/a jusante de mercados e agentes quanto dentro da dinâmica separada de complexos de produtos individuais. Segundo essa ótica, as biotecnologias seriam integradas em estratégias localizadas e responsáveis por uma reorganização/revalorização setorial de mercados. Grãos e produtos químicos forneceriam o paradigma aqui.

Uma segunda abordagem enfocaria as sinergias fornecidas pelas biotecnologias para, previamente, integrar diversos segmentos dos agroalimentos e, portanto, conduzir a padrões de reorganização vertical do mercado. Aqui se chama atenção para a capacidade de as principais firmas químicas/farmacêuticas operarem simultaneamente a montante no nível de insumo e a jusante em produtos intermediários e até mesmo finais. Transformações no comportamento dos consumidores reforçariam tal tendência, com a crescente assimilação dos alimentos dentro de parâmetros de produtos de saúde. Uma tendência à **bioindustrialização** substituiria as dicotomias a montante/a jusante e as dinâmicas separadas de complexos distintos de produtos agroalimentícios.

Ambas essas tendências estavam igualmente aparentes em nossas entrevistas. Estratégias ofensivas e defensivas dentro dos mesmos mercados, ou através deles, dependem tanto da posição competitiva de cada firma quanto de cada segmento de atividade dentro da firma. Enquanto certas firmas, portanto, poderiam ser identificadas com estratégias ofensivas ou defensivas, estas tendiam a ser aspectos complementares de uma política geral. Ao mesmo tempo, a entrada ofensiva em novos mercados pode ser identificada com estratégias tradicionais do ponto de vista de estruturas produtivas e tendências dos consumidores. As iniciativas da energia de biomassa e o hormônio de crescimento bovino podem ser casos em questão aqui.

Contudo, ao invés de estratégias setoriais *versus* bioindustrialização, nossa pesquisa salientou a forma na qual as biotecnologias estavam reforçando e redefinindo o **interencadeamento** das diferentes estruturas produtivas e de mercado que compõem o sistema de agroalimentos. A inovação biotecnológica, portanto, tem de ser sistematicamente negociada através de toda a cadeia agroalimentar tanto do ponto de vista de apropriação do valor adicionado quanto de obter aceitação no nível da demanda final.

As conclusões gerais amplas das entrevistas para o sistema agroalimentar como um todo podem ser resumidas como segue:

- 1) A inovação biotecnológica de agroalimentos envolve um alto nível de **incerteza**.

Lugar de honra deve ser dado ao alto grau de incerteza nas aplicações econômicas das biotecnologias. Tal incerteza deriva, em primeiro lugar, do caráter genérico das tecnologias envolvidas, o que implica que as opções competitivas não estão limitadas a questões de eficiência dentro de uma trajetória claramente definida.

Além disso, o avanço radical em manipulação genética não tem sido, necessariamente, acompanhado por avanços similares em conhecimento científico básico. O hiato, portanto, entre manipulação de gens e o conhecimento e o *know-how* requeridos para lançar produtos e processos biotecnológicos industriais podem ser grandes. Os problemas para uma análise de custo-benefício tornam-se mais complexos quando é entendido que as expectativas têm sido formadas pelo impulso tecnológico e pelas táticas de comercialização das companhias especializadas em manipulação genética.

As incertezas a respeito das respostas dos usuários e o ambiente de regulamentações são fatores igualmente poderosos de inibição. Enquanto movimentos para harmonização são aparentes no nível dos princípios gerais do domínio intelectual, o grau e a extensão da obrigatoriedade ainda são muito incertos. Do mesmo modo, embora possa haver uma considerável homogeneização dos controles sobre a pesquisa laboratorial, experimentações de campo são suscetíveis a uma regulamentação muito variada de um país para outro. A resposta do usuário, por outro lado, é intrinsecamente mais ambivalente e varia tanto culturalmente quanto de acordo com a natureza da relação do usuário. Portanto, otimismo na questão da aceitabilidade estava inversamente relacionado ao grau de proximidade com o consumidor final.

2) Estratégias de inovação tendem a favorecer **processos e produtos de qualidade** mais do que aplicações de corte de custos.

As duas tendências básicas que dominam os mercados de agroalimentos — a estagnação de mercados tradicionais e o surgimento de novos padrões de demanda — significam que tanto o corte de custos quanto as estratégias voltadas para a qualidade influenciam a inovação biotecnológica.

Estratégias competitivas de cortes de custos podem ser vistas em funcionamento em uma série de setores. Em grãos, a rápida incorporação de uma gama de procedimentos biotecnológicos avançados é motivada pela necessidade de encurtar a escala de tempo para a produção de novas variedades. Ração animal é assunto de muita pesquisa que objetiva baratear os custos de conversão. A incorporação de tecnologia de enzimas para ampliar os mercados do milho em adoçantes também pode ser entendida dentro da mesma tendência.

A biotecnologia que envolve manipulação de gens, contudo, é extremamente sensível do ponto de vista da aceitabilidade. A questão da visibilidade é importante aqui e pode levar a menores problemas de aceitabilidade, no caso, por exemplo, do uso de agentes de processamento biológico geneticamente modificados. Entretanto as dificuldades que cercam a aceitabilidade pareceriam estar induzindo a uma **mudança na estratégia de inovação para fora dos processos e produtos que só podem ser justificados em termos de custos mais baratos em direção àqueles onde benefícios de qualidade podem ser atribuídos**. Tal estratégia de inovação alinha-se com as tendências em direção à reestruturação de padrões de demanda por alimentos e com preocupações mais amplas de ecologia e saúde discutidas acima.

3) Produtos de qualidade e inovações no processo demandam **novos padrões de colaboração entre os diferentes agentes econômicos envolvidos em diferentes pontos na cadeia ou sistema agroalimentar**.

A preocupação com questões de aceitabilidade e o desenvolvimento de produtos e processos de qualidade estão levando a novos padrões de colaboração entre os agentes econômicos situados em diferentes pontos do sistema agroalimentar. A bem-sucedida introdução de inovações biotecnológicas em qualquer nível do sistema agroalimentar deve ser negociada com produtores e consumidores a jusante.

Os custos da inovação biotecnológica, contudo, também levantam a questão de colaboração no nível da apropriação do valor adicionado entre os diferentes agentes do sistema agroalimentar. Pesquisa e desenvolvimento agrícolas são, portanto, acompa-

nhados e, crescentemente, dependem dos padrões existentes de acoplamentos anteriores e posteriores, variando de colaboração e licença conjunta de pesquisa e desenvolvimento à integração vertical.

4) A inovação bem-sucedida demanda uma maior reação de resposta dos usuários finais, seja na forma de outras firmas, seja na de consumidores finais.

A redução da incerteza, o desenvolvimento de produtos e processos de qualidade que criam novos mercados, novas formas colaborativas de organização para dividir riscos e benefícios, tudo depende de uma maior reação de resposta à demanda do usuário final. Onde o usuário final é a indústria, novas relações de cliente consumidor estão surgindo. No caso de demanda do consumidor final, as formas organizacionais apropriadas não são tão aparentes. Entretanto a questão da inovação biotecnológica está levando a uma conscientização na indústria da necessidade de novas formas de colaboração entre produtor e consumidor.

5) A biotecnologia agroalimentar está cada vez mais dominada, direta ou indiretamente, pelas principais multinacionais. Entretanto firmas especializadas são ainda importantes para a transferência de tecnologia, e mercados adequados continuarão a se desenvolver como mercados globais para a biotecnologia se expandir. O mercado de diagnósticos é um bom exemplo desta última tendência. As oportunidades para firmas pequenas ou médias, contudo, variarão, dependendo da evolução e da estrutura dos mercados relevantes.

Resumo dos impactos setoriais da biotecnologia

Em uma rápida visão dos impactos setoriais das biotecnologias derivadas de nossas entrevistas, os seguintes elementos puderam ser salientados:

1 - Sementes/produtos químicos

a) Enquanto os diferentes agentes têm estratégias muito diferentes com respeito à articulação entre biotecnologia vegetal e criação tradicional, há um consenso em larga medida sobre a integração de técnicas biotecnológicas avançadas como instrumentos de cultivo vegetal. Todas as principais firmas tradicionais de grãos incorporaram a micropropagação, haplóide-diplóide e técnicas de marcação molecular (RFLP) para acelerar programas tradicionais de cultivo e para explorar as combinações genéticas mais eficientemente. O que ainda não está claro é em que grau as novas economias de escala estão implicadas na sua adoção. Isso, particularmente, se referiria a técnicas de exame molecular, cujo potencial pleno foi calculado para requerer uma competência de computação muito cara e sofisticada. Firmas de serviços biotecnológicos especializadas estão surgindo em resposta à demanda por tecnologia de exame genético

molecular, mas a importância do sigilo pode dar à capacidade interna doméstica uma vantagem competitiva.

b) Havia consenso, em larga medida, de que os anos 90 forneceriam a escala temporal técnica para uma ampla gama de produtos biotecnológicos avançados — tolerância a herbicida e pesticida, melhoramentos de processamento, produtos farmacêuticos industriais, tolerância ambiental e incentivos diretos à produção. O critério comum para essas diversas aplicações é crescente *know-how* em transferências simples de gens e capacidade de estender técnicas de transformação às principais colheitas.

c) Mais decisiva para a criação de novos mercados seriam as tecnologias competitivas para assegurar a esterilidade dos machos como um passo no desenvolvimento de novos mercados híbridos, que, por sua vez, permitiriam processos de concentração em favor de companhias com grandes investimentos em grãos. Enquanto o *spray* químico altamente específico ainda era considerado mais eficiente para certos cereais (trigo), dizia-se que a modificação genética detinha a chave para futuro desenvolvimento híbrido.

d) Tanto firmas agroquímicas quanto de sementes são ativamente envolvidas em desenvolver resistência à herbicididade ou através de pesquisa interna ou de acordos e licenciamento colaborativos. Enquanto a maior parte da pesquisa parecia estar direcionada aos mais novos e mais ecológicos herbicidas, o fato de que todas as principais firmas agroquímicas estão engajadas na pesquisa biotecnológica para ampliar os mercados de herbicidas tem levado ao surgimento de um *lobby* crítico sobre o assunto. A indústria tem sido colocada na defensiva, e as firmas biotecnológicas especializadas estão ansiosas por negligenciar o rótulo do herbicida em favor de pesquisa impulsivadora de qualidade.

As aplicações biotecnológicas estariam, portanto, situadas dentro de uma trajetória mais geral de inovação detectável na indústria em direção a uma proteção da colheita, envolvendo exigências em doses menores e maior especificidade de ação. Avanços nessa direção, contudo, dependem de avanços em conhecimento básico de fisiologia da planta e de biologia celular. Portanto, as novas técnicas genéticas tornam-se parte de uma estratégia mais ampla, que dá lugar de honra aos componentes biológicos de proteção da safra.

e) A questão dos inseticidas é mais complexa, visto que envolve rotas biotecnológicas competitivas (resistência da planta *versus* aplicações externas), e, diferentemente do caso dos herbicidas, pode representar uma substituição e não um reforço dos mercados agroquímicos. Além disso, embora todas as principais firmas agroquímicas tenham importantes mercados em herbicidas, esse não é o caso com inseticidas. De fato, um estímulo para as principais firmas investirem em biotecnologia de resistência a insetos seriam sua falta de mercados inseticidas tradicionais e a oportunidade de oferta de plantas geneticamente modificadas para entrada nesses mercados. Ao mesmo tempo, inovações biotecnológicas avançadas no campo de resistência a insetos têm um importante potencial de mercado, dadas a aplicabilidade mais limitada e a eficiência decrescente dos inseticidas existentes.

A natureza específica de safra e peste dos biopesticidas tenderá a uma proliferação de mercados especializados, favorecendo o desenvolvimento de pequenas firmas

biotecnológicas especializadas. A dificuldade de acesso às redes de distribuição controladas por um pequeno número de grandes firmas e os altos custos de pesquisa, todavia, tornam tais firmas vulneráveis aos líderes de mercado. Os grandes mercados de algodão ou de vegetais já são parte das prioridades de P&D das principais firmas. Na medida em que a estratégia de proteção da safra se torna baseada em sistemas de gerenciamento da peste, a tendência será a de se afastar do enfoque do produto único em direção àquele de um pacote de serviços formatados a necessidades específicas das quais os biopesticidas serão um componente.

2 - Biotecnologia animal

Biotecnologias avançadas estão sendo agora desenvolvidas em todos os níveis da cadeia de alimentação animal — sementes para ração, processos de alimentação e digestão animal, saúde, crescimento e reprodução. Elas são dirigidas tanto a sobrepujar a rigidez que tem levado a uma alta estrutura de custo, particularmente para carnes vermelhas, quanto às questões de saúde e qualidade que derivam de produção animal intensiva. Ao mesmo tempo, o grau desigual de industrialização das diversas fontes protéicas — carne vermelha, aves, porcos e peixes — abre uma variedade de diferentes opções para a incorporação de biotecnologias em estratégias industriais.

A mudança para criação intensiva desde os anos 60 e 70 criou mercados importantes para produtos de saúde animal. Tais produtos são, em grande parte, produto acidental de P&D de saúde humana. Portanto, não é de surpreender que o mercado de saúde animal seja dominado pelas companhias farmacêuticas principais. O mercado mundial, que compreende aditivos biológicos, terapêuticos e de alimentação, é grande, alcançando um valor total em torno de US\$ 9 bilhões no final dos anos 80. Entretanto esses mercados representaram, em média, apenas 10% do movimento total das principais companhias farmacêuticas e são, freqüentemente, compostos de uma ampla gama de mercados especializados segmentados. Logo, a inovação neste setor depende intimamente das sinergias derivadas da pesquisa e desenvolvimento em saúde humana.

O setor de carne vermelha, o qual não se beneficiou da tecnologia híbrida que revolucionou a criação de aves e porcos, é agora assunto de grandes inovações, que podem baratear substancialmente e acelerar as práticas de criação. A inseminação artificial tem-se desenvolvido em uma indústria mundial através da capacidade de congelar sêmen bovino e é a base de 100 milhões de nascimentos de bezerros por ano. A indústria está avaliada em US\$ 2 bilhões por ano, e, de acordo com a Organização Mundial de Alimentos, a inseminação artificial contribuiu mais para a produtividade animal do que para melhorias em nutrição, saúde e gerenciamento combinados.

Uma segunda geração importante de tecnologia de criação de gado está agora surgindo, baseada em transferência embrionária. Altos custos têm limitado a difusão dessa tecnologia. Atualmente, contudo, fertilização *in vitro* permite produção a baixo custo. Uma companhia entrevistada produziu acima de 150.000 embriões bovinos em 1990 a um custo unitário menor que um décimo do de embriões produzidos conven-

cionalmente. A pesquisa está agora direcionada a tecnologias de congelamento para facilitar a distribuição de embriões, à predeterminação do sexo do embrião e à produção em larga escala de embriões idênticos.

Os produtos biotecnológicos mais avançados do ponto de vista comercial estão no setor do hormônio de crescimento, envolvendo as principais firmas agroquímicas que competem por mercados globais importantes. A somatotropina bovina (BST), a qual é responsável por acréscimos em produção leiteira estimados entre 10% e 20%, é considerada como tendo um potencial de mercado de US\$ 500 milhões a US\$ 1 bilhão, com apenas os EUA respondendo por US\$ 100 milhões. Restritos, correntemente, à Comunidade Européia e a alguns estados no mercado americano, os retornos de mercados de uma série de pequenos países estão longe de compensar os altos custos de desenvolvimento de produto.

Bioteχνologia animal também compete com rotas biotecnológicas vegetais e de fermentação para a produção de proteínas de alto valor. A expressão-alvo de gens para proteínas especiais para objetivos farmacêuticos é agora objeto de importante atividade de pesquisa por parte de uma série de firmas biotecnológicas especializadas.

A oposição disseminada ao uso de BST salienta a sensibilidade atual de grupos de consumidores e de interesse público à questão do bem-estar animal. Se essas opiniões se provarão transitórias ou não é impossível dizer. É claro, porém, que os grupos envolvidos em produção final de alimentos e em seu varejo são fortemente influenciados por essas tendências e não desejam ser identificados com inovações onde a resposta do consumidor permaneça ambivalente.

3 - Intermediários biológicos

Bioteχνologias avançadas são cruciais para as estratégias industriais dos principais produtores intermediários biológicos, tanto para baixar custos em mercados maduros tradicionais quanto para a criação de novos mercados especializados estimulados por considerações ecológicas e de saúde. De fornecedores volumosos de enzimas e fermentos rotineiros, essas firmas agora se vêem como fornecedores de alta tecnologia de especialidade diversificada. O compromisso com P&D é alto e, dentro dessa avançada bioteχνologia, ocupa a parte do leão. Essas firmas diferem, contudo, das companhias biotecnológicas especializadas em seu *know-how* nos processos gerais de engenharia de escala industrial, o que, juntamente com a habilidade em explorar sinergias em aplicações de mercados diferenciados, lhes dá uma importante vantagem competitiva.

4 - Processamento primário

Os agentes principais nesse setor se opuseram à superprodução e à estagnação dos mercados de alimentos tradicionais, entrando em uma estratégia de diversificação dos

usos tradicionais de suas matérias-primas básicas. Enquanto os maiores mercados volumosos ainda são de importância decisiva — isoglicose, álcool —, aqueles mercados ou estão alcançando maturidade, ou estão muito dependentes dos subsídios governamentais. Uma importante tendência, portanto, foi identificar mercados apropriados, que usam tecnologia de enzima e de processo para transformar a matéria-prima básica em intermediários especializados. Amidos modificados seriam um bom exemplo aqui. No caso de firmas menores, essa tendência alcançou o ponto onde o *portfolio* do produto é determinado com base na demanda do cliente.

No caso do setor de processamento primário, mercados não alimentícios têm se tornado cada vez mais importantes, dada a estagnação dos mercados de produtos alimentícios básicos. Isso é verdade tanto para produtos de especialidade, como, particularmente, óleos e amidos, quanto para novos mercados volumosos, como no caso de produtos biodegradáveis, que usam uma base de amido.

Nos anos 70 e início dos 80, estimulados pelo exemplo da isoglicose, previsões radicais foram feitas com respeito ao impacto potencial da tecnologia de enzimas sobre a capacidade de substituir matérias-primas, em especial aquelas localizadas em países em desenvolvimento. No que concerne aos anos 90, a substituição em larga escala de fontes tropicais através da transformação ou valorização enzimática teria que ser qualificada. Como já vimos anteriormente, o principal impulso à substituição de fornecimentos tropicais vem não apenas de pressões de custos competitivos, mas também de fatores motivados por nutrição e saúde. Isso é particularmente verdadeiro no caso de óleos vegetais. A manteiga de cacau, contudo, um produto intermediário importante tanto em alimentos quanto em cosméticos, está agora sendo produzida por, pelo menos, uma firma importante, usando a valorização enzimática de fontes de óleo mais baratas.

5 - O setor de produtos alimentares finais

A complexidade das questões envolvidas na difusão da biotecnologia surge mais claramente no caso do setor produtor alimentar final.

O setor de alimentos finais tem, tradicionalmente, baixos níveis de compromisso com pesquisa interna e desenvolvimento. Entretanto, como um estudo anterior da OECD tornou claro, ele tem mantido níveis médios de produtividade industrial através de sua capacidade em absorver tecnologia gerada em outros setores. Esse setor da indústria alimentícia tem sido, igualmente, afetado por processos de reestruturação, com uma onda de fusões similar àquela que ocorre em outros setores industriais. À primeira vista, contudo, a inovação de processo ou produto pareceria ser direcionada para o controle dos produtos de marcas existentes no contexto de uma mudança de mercados nacionais ou regionais para mercados alimentícios mundiais.

Entre as principais firmas, no entanto, o compromisso com pesquisa e desenvolvimento aumentou, visto que considerações acerca de nutrição e saúde impõem novos critérios até mesmo em produtos de marca. Ao mesmo tempo, o tamanho das firmas

líderes significa que um compromisso com a pesquisa, mais baixo que a média industrial, não impede a alocação de significantes recursos para pesquisa e desenvolvimento.

Duas questões básicas dominam o pensamento desse setor com respeito à biotecnologia — a provável resposta do consumidor e o potencial de biotecnologia para a qualidade crescente de alimentos.

Enquanto altos níveis de incerteza caracterizam as percepções de aceitabilidade do consumidor, há um consenso, em larga medida, de que a biotecnologia deve estar associada com importantes ganhos que afetam a disponibilidade e a qualidade nutricional dos alimentos. Havia, portanto, reticências com respeito ao uso de manipulação genética por simplês objetivos de redução de custo.

Ao mesmo tempo, foi reconhecido que o limite competitivo no setor final de alimentos tinha agora mudado para questões de qualidade. Enquanto estas são difíceis de definir, elas incluem aspectos de saúde, nutrição e ecologia. Os cálculos de uma das principais companhias alimentícias do Mundo colocariam 60% ou mais dos consumidores dos países industrializados nessa categoria. Biotecnologias são identificadas como importantes para alcançar esses objetivos, visto que forneciam poderosas ferramentas para talhar insumos a objetivos específicos percebidos pelos consumidores. Da mesma forma, podiam fornecer importantes vantagens competitivas na medida em que ofereciam alternativas aos processos e insumos químicos existentes.

Para firmas especializadas, firmas de sementes e grupos agroquímicos, biotecnologias representam um componente decisivo das novas estratégias competitivas. No setor de alimentos finais, contudo, o recurso a biotecnologias será condicionado por percepções de resposta do consumidor. É improvável que os principais agentes, nesse setor, desempenhem um papel inovador na introdução de produtos geneticamente de engenharia. Sua resposta dependerá da evolução da opinião pública e da resposta percebida pelo consumidor. No setor de fermentação, porém, as pressões de custo e a capacidade de explorar mercados não alimentícios estão estimulando a investimentos em biotecnologia para a produção de subprodutos de massa e de especialidades.

As biotecnologias e o incentivo à integração/cooperação vertical nos dos agroalimentos

Um fator dominante em nossas entrevistas foi a maneira como o sucesso das inovações setoriais dependeu da habilidade em negociar suas condições de aceitação para frente e para trás na cadeia de agroalimentos. Isso conduziu a importantes iniciativas em direção à integração e/ou cooperação vertical tanto para frente, a partir do setor de insumos, quanto para trás, a partir dos alimentos finais.

Como trazer produtos ao mercado, como recuperar gastos em P&D e como participar no valor adicionado através dos diferentes estágios da cadeia de alimentos são as questões-chave que devem ser resolvidas se os custos da pesquisa biotecnológica

resistirem às pressões da administração das corporações, capital de risco ou acionistas. A variedade de respostas a essas questões testemunha o alto nível de incerteza que cerca o potencial das biotecnologias, mas, ao mesmo tempo aponta a provável viabilidade de estratégias bastante diferentes dependendo das competências específicas de cada firma.

A queda da taxa de investimento em P&D está se tornando crítica tanto para as firmas de biotecnologia especializada quanto para as divisões relevantes das principais corporações, visto que os produtos de mercado são a exceção e que as receitas de licenciamento são insuficientes, quando não inteiramente prejudicadas por conflitos de patentes. E, em segundo lugar, receitas do mercado tradicional de sementes são incapazes de sustentar os custos da P&D biotecnológica.

Três tipos de estratégias podem ser identificadas para firmas envolvidas em biotecnologia vegetal:

- a) o primeiro é aquele do fornecedor de tecnologia especializada — fornecedores de pacotes de gens;
- b) o segundo é baseado na integração da biotecnologia em controle sobre mercados estratégicos de sementes;
- c) o terceiro envolve o movimento descendente para captar o valor adicionado industrial que é incapaz de ser recuperado no nível da receita de sementes.

As questões envolvidas são extremamente complexas e até agora não resolvidas, com cada firma explorando uma gama de opções. A velocidade da difusão biotecnológica dependerá, em parte, da consolidação das novas formas de articulação entre os agentes em diferentes pontos da cadeia de agroalimentos.

A opção do fornecedor de tecnologia pareceria ser a mais vulnerável e aplica-se não apenas às firmas de especialidades biotecnológicas, mas também aos principais participantes entre os agroquímicos. A lógica desse enfoque deriva do caráter genérico da tecnologia de gens (como, por exemplo, na tecnologia de esterilização masculina para o desenvolvimento de híbridos) quando comparada com a especificidade da colheita e do germoplasma de envolvimento do grão. Arranjos flexíveis de licenciamento e participação acionária pareceriam, portanto, preferíveis à integração vertical. Contra isso, a incerteza da legislação de patentes, a dificuldade de negociar arranjos favoráveis de licenciamento e o número relativamente grande de fornecedores de biotecnologia sob pressão por receita ameaçam a viabilidade de tal estratégia.

Uma mudança direcionada às sementes, por conseguinte, é uma importante via para recuperar o valor adicionado de novas ferramentas biotecnológicas ou traços agrônômicos. Em muitos casos, contudo, essas inovações levam à substituição e não à criação de novos mercados. Ao mesmo tempo, a pressão sobre os preços agrícolas limita a elasticidade-preço de novos produtos biotecnológicos. Com a onda de recentes compras, as firmas de grãos também se tornaram caras, aumentando as barreiras de entrada para os novos nos mercados principais de grãos. Um exemplo bem-sucedido de tal estratégia seria o deslocamento da ICI para o mercado da beterraba, com base em uma variedade de grão que exibe importantes sinergias com insumos de proteção ao grão.

As limitações das duas estratégias acima mais a imagem negativa que cerca a identificação íntima da biotecnologia vegetal com agroquímicos estão levando a uma crescente concentração no uso de biotecnologias avançadas para melhoramentos no processamento. Além da imagem mais positiva ligada a melhoramentos no produto (nutrição, qualidade, durabilidade), o valor adicionado industrial para melhoramentos nos grãos abre a perspectiva por retornos atraentes, que justificariam amplamente altos custos de P&D.

Incerteza ainda cerca a aceitabilidade de incorporar sementes geneticamente modificadas ao sistema alimentar. Entretanto, enquanto tomates geneticamente melhorados não têm o apelo de drogas contra o câncer ou a AIDS, eles não mais carregam o estigma associado com pesticidas ou herbicidas. Logo, o objetivo aqui é identificar a inovação biotecnológica com a preocupação pela saúde e pela nutrição alimentar.

Dada a significância da melhoria de safras para o valor adicionado industrial, o âmbito para arranjos de preços com ágio é consideravelmente mais flexível do que no caso de melhoramentos vegetais limitados a características agrônômicas. Entretanto o poder econômico desproporcional entre os fornecedores de tecnologia e os compradores oligopsônicos da indústria de processamento torna o resultado de tal estratégia altamente incerto.

Portanto, uma importante tendência por parte das firmas inovadoras centrais foi explorar várias formas de integração vertical. Essa estratégia se torna cada vez mais viável na medida em que sementes modificadas para uso industrial são planejadas para mercados de especialidades seja como produtos intermediários, seja como finais. As quantidades, portanto, são limitadas quando comparadas com o mercado de grãos-mercadorias e demandam que tais grãos fiquem sujeitos a canais separados de plantio, condicionamento, armazenamento e comercialização. Como resultado, importantes mercados especializados de alto valor estão surgindo, permitindo uma maior retenção de valor adicionado pelas firmas inovadoras. Logo, uma tendência é a de as firmas biotecnológicas se transformarem em firmas agroindustriais de especialidade integradas ou semi-integradas.

Na aplicação mais consistente dessa estratégia, Calgene desenvolveu criação integrada, plantio e instalações de processamento para cada uma das instalações de seus grãos principais. Tal enfoque envolve uma completa reestruturação das aptidões da firma envolvida, mas salienta a crescente fragilidade da estratégia do fornecedor de tecnologia. Além de ser uma resposta aos problemas da introdução de novas biotecnologias ao mercado e da urgência de fluxo de caixa para sobrevivência, essa tendência reflete a dificuldade de isolar novas biotecnologias como a base da estratégia comercial.

Os aspectos de qualidade envolvidos, contudo, podem relacionar-se à capacidade de controlar e desenvolver o germoplasma-elite de safras valiosas sem recorrer à manipulação genética. Em óleos comestíveis, a qualidade estaria associada com a proporção relativa de mono-insaturados, comparando-se com poliinsaturados ou saturados. Companhias agrogenéticas e de diferentes biotecnologias especializadas estão agora se voltando a esse mercado com base em uma variedade de grãos — canola, girassol, açafrão — e desenvolvendo híbridos domésticos patenteados, que se tornam parte de uma operação agroindustrial integrada.

A oportunidade aqui é fornecida pelo surgimento de novas demandas de mercado que quebram a estratégia de massa dos produtos agrícolas das principais firmas de grãos, abrindo uma proliferação de pequenos mercados especializados a preços com ágio. Além de ocupar o segmento de alta qualidade da demanda final, a Agrigentic identificou uns 60 mercados especializados para óleos de qualidade. **Contudo, enquanto objetivos de qualidade baseados na manipulação genética dos grãos podem ser a meta de médio prazo, esses mercados foram vencidos através do desenvolvimento de híbridos especiais, ou usando cultivo tradicional de vegetais ou técnicas intermediárias, como a variação somaclonal e a fusão de protoplastos, o que permite uma maior exploração da rede existente de gens.** Nesse contexto, onde a exploração de qualidades nutricionais e funcionais, além das agrônômicas, for o objetivo, novas ferramentas biotecnológicas (técnicas haplóides-diplóides, fusão de protoplastos, marcadores de gens), ao invés de manipulação genética do produto final, tornam-se a chave para vantagens competitivas.

Muita atenção tem-se dado na literatura à interpretação do custo da transação de tendências em direção à "internalização" dentro das estratégias de crescimento das firmas. Isso foi desenvolvido como uma refutação dos argumentos de indivisibilidades tecnológicas adiantadas por tendências em direção à integração vertical. No contexto atual, os custos de organização são vistos excedendo custos transacionais com respeito a toda uma gama de atividades previamente internalizadas, conduzindo a uma estratégia de redes com base em aptidões essenciais.

Pareceria, do que foi dito acima, contudo, que a integração vertical pode ser uma estratégia importante quando a inovação tecnológica está envolvida. Aqui interdependências tecnológicas e não indivisibilidades são a questão-chave. Em um importante artigo, Teece resume uma série de partes de pesquisas que apoiariam essa opinião. Nos casos que já avaliamos, movimentos à integração vertical por parte de firmas agrobiotecnológicas especializadas claramente respondem às dificuldades de negociação com os agentes oligopsônicos abaixo delas. Igualmente importantes, contudo, são os investimentos complementares-chaves — armazenagem separada e instalações de processamento —, sem os quais os benefícios das safras de especialidades estariam perdidos.

Em outro lugar, enfatizamos a importância das biotecnologias para acelerar a intermutabilidade dos insumos agrícolas. Nesse processo, argumentamos que importantes setores de produção agrícola se tornam cada vez mais banalizadas visto que a especificidade da safra é minada pelas técnicas de enzima e fracionamento.

Entretanto o potencial competitivo das biotecnologias para o desenvolvimento de produtos e processos alimentícios correspondentes às atuais imagens de qualidade coloca uma série de decisões difíceis para os agentes principais no setor de alimentos finais com relação a duas questões básicas:

- a) a primeira deriva da demanda por novos níveis de qualidade e relaciona-se com o grau e a forma de envolvimento na produção de matéria-prima;
- b) a segunda envolve o nível de compromisso com pesquisa e desenvolvimento biotecnológico e a forma institucional que isso deveria tomar.

Ao lidar com biotecnologia vegetal, notamos como a questão de qualidade e custos de pesquisa colocava o problema de alianças para a frente e de integração vertical. Do

ponto de vista do setor de alimentos finais, padrões de integrações para trás, estimulados pelas pressões e pelo potencial para melhoramentos de qualidade, tornaram-se questões das firmas principais. Dentro dessa perspectiva, contudo, os instrumentos da biotecnologia eram vistos como decisivos para a identificação e a incorporação de novas peculiaridades, independentemente da questão de manipulação de gens.

Para firmas de muitos produtos alimentícios, a tradução dessa percepção em uma estratégia industrial competitiva é altamente complexa, e as prioridades que surgem são específicas ao perfil de cada firma. A heterogeneidade dos diferentes complexos de produtos agroalimentícios significa que o papel dos agentes e dos recursos é diferente em cada caso. O acesso à germeplasma de elite, a natureza dos mercados de grãos, o envolvimento do setor público, todas essas características variam de acordo com grupos específicos de produtos. O caráter cada vez mais de multiprodutos das firmas principais tenderia contra o envolvimento direto na indústria de grãos. A necessidade de acesso ao germeplasma, contudo, e as condições específicas de competitividade podem justificar tal mudança. **Sem considerar as formas institucionais que possa tomar, o setor final de alimentos está cada vez mais substituindo o fazendeiro como o sócio privilegiado da indústria de grãos.**

Irreversibilidade e relações produtor-consumidor em agroalimentos

Em outras publicações, insistimos nas características *sui generis* do sistema de agroalimentos tanto com respeito à produção quanto ao consumo. Poderia ser argumentado que biotecnologias fornecem as condições para unificar a base técnica da produção de agroalimentos, abrindo o caminho para sua assimilação dentro de uma dinâmica industrial mais ampla. Contudo, enquanto as biotecnologias apresentam um alto nível de adequação com o perfil formal do pós-fordismo (menos matérias-primas e insumos de energia, maior flexibilidade tanto em termos de processos quanto de produtos), sua adoção, como vimos, tem sido limitada pela incerteza da resposta do consumidor e pela hostilidade disseminada dentro de significantes grupos de agentes.

O peso da distribuição e a demanda no sistema de alimentação têm sido uma constante desde o início de sua organização como um sistema comercial. Em parte, isso deriva da perecibilidade de muitos itens alimentares e da estrutura atomizada da produção agrícola. Dentro dessa ótica, o poder do varejo, hoje, se equivale àquele do capital mercantil em sistemas comerciais de alimentação mais tradicionais.

A complexidade dos padrões de demanda em agroalimentos, contudo, também limita o controle de estruturas específicas de produção e abre o caminho para uma concentração de poder econômico no nível do varejo, o que, por seu turno, deriva seu dinamismo das características peculiares da demanda final. O homem, como Fischler salienta, é um onívoro e não um comedor de comida especializada. Além de estruturalmente obstruir o monopólio de qualquer base produtiva individual, essa caracteris-

tica implica tanto uma busca contínua por novas combinações quanto a adoção de rotinas fundamentadas em conhecimento acumulado, que protegem contra os riscos da experimentação.

Fontes complementares de alimentos, portanto, combinam-se para formar a dieta humana, a qual é protegida pelo estabelecimento de regimes de consumidores baseados em experiência acumulada, mas a qual, ao mesmo tempo, permite contínua experimentação e adaptação.

Enquanto as considerações acima ajudam a explicar o modo como o poder econômico se localiza na ponta da demanda do sistema alimentar, elas não respondem quanto ao peso específico da demanda do consumidor, o que é aparente nas considerações sobre a aceitabilidade das biotecnologias.

Contraopondo-se a versões simplificadas de inovação conduzida pelo mercado, a tradição neoschumpeteriana explorou o importante conceito de **irreversibilidade**, analisando como inovações radicais tanto implicam uma ruptura com a base técnica preexistente quanto, uma vez consolidadas, preesvaziam rotas alternativas. Esse critério se aplica através de um largo espectro na atividade industrial. O computador não tem de se ajustar retroativamente à máquina de escrever ou à calculadora mecânica. Ao contrário, o futuro dessas primeiras inovações depende em sua "computadorabilidade". Enquanto o automóvel é medido em cavalo-vapor (HP), ele não tem suas normas determinadas nem pelo cavalo e nem pela carroceria. Qualidade e competitividade, portanto, dependem de critérios determinados dentro da esfera e da cultura de um dado estágio de avanço tecnológico — custos, eficiência, uso da energia, etc.

Na indústria de alimentos, em contraste, o produto alimentar agrícola original serve como uma norma para a qualidade. A incompleta industrialização do sistema de alimentos e a persistência do produto agrícola como um produto alimentício final tiveram um impacto decisivo na direção da industrialização a jusante. As estratégias industriais tornaram-se cada vez mais determinadas pela capacidade de aproximar-se das características do produto agrícola tradicional. As tecnologias de preservação cada vez mais "leves" são projetadas para reproduzir as qualidades nutritivas, de aroma, sabor, textura e cor originais do produto agrícola. Paradoxalmente, portanto, o produto pré-industrial serve como a norma de qualidade dentro da industrialização do sistema agroalimentar.

Mais recentemente, esse desafio tinha sido dirigido contra a industrialização a montante, novamente estruturado em termos de seu desvio de práticas pré-industriais. O apelo ao produto agrícola final natural é agora equiparado ao apelo à reversão para o natural, isto é, de baixo insumo externo e práticas agrícolas. Aqui a questão de irreversibilidade define o terreno atual de debate como alternativa dos protagonistas ou métodos orgânicos contra processos agrícolas industrializados.

A falta de irreversibilidade em agroalimentos está no âmago do caráter radical dos desafios do consumidor baseados na qualidade. Ao invés de ser definida dentro dos limites de um dado caminho de industrialização (eficiência, custo, etc.), a questão da qualidade pode pôr em dúvida trajetórias industriais inteiras com base em sua não-correspondência com alternativa "natural". A indústria torna-se tanto mais vulnerável na medida em que sua própria estratégia internalizou o critério de qualidade baseado no produto "natural".

Conclusão

As biotecnologias tornaram-se agora integradas nas estratégias competitivas da montante, setores de insumos e processamento primário. Novos padrões de integração vertical, estimulados pela montante e pelos setores finais de alimentos, estão sendo acelerados pelas questões de qualidade e de valor adicionado associadas com inovação biotecnológica. Entretanto as biotecnologias estão ambigüamente colocadas dentro do paradigma emergente da "biologia". Dentro do sistema de alimentos, essa ambigüidade é reforçada pelas características peculiares de sua industrialização, onde a irreversibilidade da inovação tecnológica é desafiada pela persistência da agricultura como um setor de produto alimentar final e como um árbitro da qualidade alimentar. Avanços importantes em inovação de produtos alimentares, portanto, esperam o resultado de dois caminhos aparentemente conflitantes para o novo paradigma baseado na biologia — manipulação da informação no nível micro contra administração da informação no nível de ecossistemas.

Bibliografia

- BYE, P. et al. (1990). L'innovation phytosanitaire sous le control industriel. In: WORLD SOCIOLOGY CONGRESS, 12., Madrid.
- CHESNAIS, F. (1979). **Impact of multinational enterprises on national scientific and technical capacities: the food industry.** Paris: OECD
- DOSI, G., METCALFE, S. (1991). Approches de l'irreversibilite en theorie economique. In: BOYER, R. et al. **Les figures de irreversibilite en economie.** Paris: L'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales.
- FANFANI, R. et al. (1990). **Changement technique et restructuration de l'industrie agroalimentaire en Europe; une reflection theorique-methodologique.** Paris.
- FONTE, M. (1990). Symbolic and social aspects in the working of the food system. In: WORLD SOCIOLOGY CONGRESS, 12., Madrid.
- FOWLER, C. et al. (1988). The haws of life. **Development Dialogue.** The Hagne.
- GOLDBERG, R. et al. (1990). **Biotechnology's bitter harvest.** Washington.
- GOODMAN, D. et al. (1987). **From farming to biotechnology.** Oxford: Basil Blackwell.
- GOODMAN, D., WILKINSON, J. (). Agrofood futures: towards a polyvalent agro-food system. In: McMICHAEL, M., ed. **Food system and agrarian change in the late twentieth century.**
- SORJ, B., WILKINSON, J. (1992). The strategies of leading firms in agrofood. In: OECD. **Biotechnology, agriculture and food.** Paris.

TEECE, D. (1988). Technological change and the nature of the firm. In: DOSI, G. et al., ed. **Technical change and economic theory**. Pinter.

WILLIAMSON, O. (1975). **Markets and hierarchies**. Free Press.

Abstract

Nowadays biotechnologies are present in all sectors of processing. The value added and the quality issues are accelerating new patterns of vertical integration. However, biotechnologies are ambiguously placed within the food system because of its peculiar characteristics of industrialization. Important advances in innovation in this sector therefore are awaiting the results of information manipulation at the micro level and information management at the eco-systems level.