

5

A EMBRAPA E SEU PAPEL NO SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO AGRÍCOLA

Pedro Abel Vieira • Antônio Marcio Buainain • Danielle Alencar Parente Torres • Elisio Contini

Introdução

A importância da agricultura para o desenvolvimento do Brasil é inquestionável, pois, embora a participação do setor agrícola no Produto Interno Bruto (PIB) venha se reduzindo, o que seria dos serviços, dos transportes e da indústria de transformação se não houvesse a produção agrícola para ser financiada, assistida tecnicamente, transportada e processada? Além de considerar o PIB estritamente setorizado, consideremos as operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas, o armazenamento, o processamento e a distribuição dos produtos agrícolas e seus derivados, esse número representou, em 2014, entre 22% a 23% do PIB (BRASIL, 2014b). Também é importante mencionar que o saldo positivo da balança comercial do agronegócio, na última década, muito contribuiu para o superávit comercial alcançado pelo Brasil no período 2001-2013 (BRASIL, 2015).

O setor agropecuário, além de participar positivamente no desenvolvimento da economia – em 2014, cresceu 1,04% (BRASIL, 2015) –, também contribuiu na área ambiental, por exemplo, quando é usado o sistema de plantio direto. A utilização desse sistema permite a diminuição de consumo de petróleo (de 60% a 70 % a menos de consumo de óleo diesel), o aumento do sequestro de carbono (com incremento de seu estoque no solo e concentração da matéria orgânica em decomposição, na superfície), uma menor erosão e perdas na produção e a melhoria da capacidade de infiltração e de retenção da água no solo, auxiliando assim para a regulação do fluxo de água nos corpos aquáticos (FREITAS & LANDERS, 2014) e uma maior produção sustentável de alimentos de qualidade (EMBRAPA, 2015b).

Para se chegar ao cenário descrito, a atuação do Sistema de Inovação Agrícola (SIA) do Brasil revelou-se fundamental e tornou o país referência mundial em agricultura tropical. Entre os resultados do SIA encontra-se o desenvolvimento do sistema de plantio direto; de tecnologias ambientalmente sustentáveis, como os inoculantes de soja, feijão, milho, trigo e cana-de-açúcar e os agentes de controle biológico; além de uma indústria de sementes e mudas e de um programa

de bioenergia reconhecidos mundialmente. Esses exemplos são importantes, mas o maior feito foi incorporar áreas marginais à produção, como as dos cerrados com grãos, fibras e carnes e as do semiárido, com frutas. Como seria o abastecimento da população global sem os 90 milhões de toneladas de soja e os 25 milhões de toneladas de carnes produzidos pelo Brasil?

Esse crescimento de produção e de participação do setor agropecuário nas exportações mundiais é relativamente recente. Foi somente após a década de 1960 que o Brasil diversificou a sua produção agrícola e investiu significativamente na geração de tecnologia, o que lhe possibilitou ocupar posição de destaque no meio e se tornar líder global na geração de tecnologia para agricultura tropical. Isso resultou em transbordamentos para outros segmentos da sociedade, a exemplo do desenvolvimento do *plástico verde*, que tem como matéria-prima o etanol da cana-de-açúcar, no lugar do petróleo.

Essa trajetória não foi trivial, ao contrário, exigiu treinamento de cientistas, muitos no exterior, e implementação de uma infraestrutura para pesquisa e produção. Citemos, como exemplo do esforço nacional, o caso da indústria de sementes e mudas que, nos últimos trinta anos, desenvolveu tecnologia, capacitou mão de obra e ampliou as capacidades de pesquisa e de produção em ritmo suficiente para passar da dependência à autossuficiência e até à exportação.

Foram várias as instituições envolvidas nesse processo de desenvolvimento tecnológico, entre elas universidades, institutos de pesquisa, empresas públicas como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e empresas privadas. A Embrapa, sucessora do Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária (DNPEA) e coordenadora do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), executou papel fundamental no desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira. Inicialmente, nas décadas de 1970 e 1980, o SNPA dedicou-se à ocupação dos cerrados, com grãos e fibras e do semiárido com frutas, além de prover ganhos de produtividade nas regiões *tradicionais* do sul e do sudeste. Para tanto, a ênfase da pesquisa se deu no melhoramento vegetal, na produção de sementes e mudas e no manejo de solo, além do uso de defensivos agrícolas, porém com uma atuação marginal na mecanização.

Na atualidade, as agriculturas mundial e brasileira se transformam profundamente, exigindo um intenso trabalho para identificação dos cenários possíveis para a produção agrícola e para a pesquisa e aplicação dos conhecimentos em ciência e tecnologia. Nesse sentido, este artigo se propõe a uma breve discussão da trajetória recente e das perspectivas futuras da agricultura brasileira, de modo a subsidiar uma análise sobre a Embrapa com ênfase na sua importância e em suas perspectivas futuras para o sistema de pesquisa agrícola no Brasil.

Trajетória da agricultura brasileira

É histórica a relação entre o desenvolvimento do Brasil e o da sua agricultura. Desde o período colonial com os ciclos da cana-de-açúcar e da borracha, passando pelo Império e pela Velha República com o café, pelo desenvolvimentismo com a ocupação dos cerrados com grãos e carnes e do semiárido com frutas, até a Nova República com a consolidação agrícola dos cerrados e do semiárido, o desenvolvimento do Brasil apresenta íntima relação com o desenvolvimento da capacidade de produção na agricultura. Importante observar que essa trajetória exitosa foi

fortemente orientada pela produção de *commodities*, o que implica produção em escala e conquista do mercado externo, o que levou a agricultura do Brasil a apresentar desempenho invejável na produção global, principalmente após a década de 1980.

Apesar de a participação do Brasil na produção global ter crescido após 1961, houve redução na participação brasileira de leguminosas e raízes, cujo comércio internacional é diminuto em relação aos demais produtos, e de frutas, após o ano de 1991, devido à *crise dos citros*¹. Importante ressaltarmos que a *crise dos citros* foi compensada por aumento de produção de outras espécies como banana, maçã, manga e uva, entre outras. Além disso, a crise dos citros implicou na perda de relevância do Brasil como agroexportador, muito pelo contrário: na atualidade o país é o maior produtor e exportador mundial de suco de laranja, posição que deverá manter na próxima década.

Além do suco de laranja, dos cinco complexos que representam os principais alimentos consumidos no mundo e considerados essenciais pela quase totalidade da população mundial (Tabela 1), o Brasil deverá continuar com participações expressivas e com tendência de elevação no comércio mundial de soja, milho, carne bovina, carne de frango e carne suína. Projeções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) indicam que a soja brasileira deverá ter, em 2023/2024, uma participação, no comércio mundial, de 43%; a carne bovina, de 28,9%; a carne de frango, de 48,9%. Além da importância em relação a esses produtos, o Brasil deverá manter a liderança no comércio mundial em café e açúcar (BRASIL, 2014b).

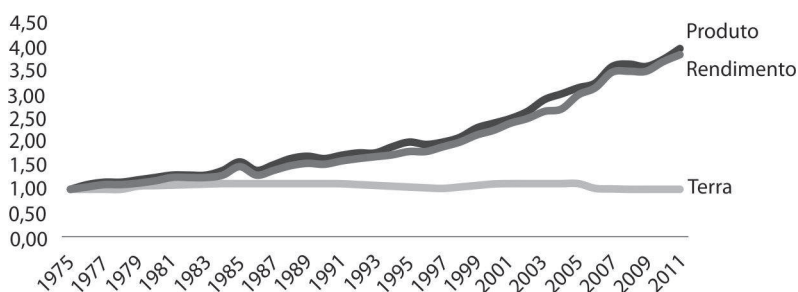
A trajetória da agricultura brasileira não foi baseada exclusivamente na expansão da fronteira agrícola. Embora a incorporação de novas áreas tenha sido um vetor importante, notadamente entre as décadas de 1970 a 1990, foi o aumento da produtividade que possibilitou ao Brasil a ocupação de um lugar de destaque na produção agrícola global. Observa-se (Figura 1) que, entre 1975 e 2011, houve intenso crescimento da produção agrícola no Brasil, enquanto o aumento do uso da terra revelou-se muito inferior, o que significa que houve aumento do rendimento. Quando o rendimento cresce persistentemente, como no período citado, implica que houve mudança de métodos de produção pelos agricultores, ou seja, emprego de tecnologia, que é o fator-chave do crescimento da produção (ALVES & CONTINI, 2014).

Essa trajetória da agricultura brasileira não foi simples. Se, no passado, ela foi calcada no deslocamento da fronteira agrícola em direção aos cerrados e ao semiárido, no presente as exigências socioambientais têm grande importância no direcionamento das políticas e dos investimentos no setor.

Na década de 1970 se iniciou o deslocamento da fronteira agrícola no Brasil, fato importante para a produção agrícola mundial, notadamente de cereais, frutas e oleaginosas. Até o final da década de 1980 a palavra de ordem era *plante que o Estado garante*, o que possibilitou a aferição de ganhos expressivos de produção com base na expansão da área produtiva, sem outras preocupações. Apesar dessa lógica simplista, tratou-se de um período importante para preparar a base tecnológica, a exemplo da estruturação da indústria brasileira de sementes, que alcançaria ganhos expressivos de produtividade nas décadas seguintes (Figura 1).

¹ A produção brasileira de citros sofreu sérios reveses na década de 1990, principalmente por aspectos sanitários e por uma reestruturação do mercado, no sentido da concentração e da verticalização da indústria de produção de sucos (NEVES, 2010).

Figura 1 – Contribuição da terra e do rendimento para o crescimento da produção, entre os anos de 1975 a 2011.



Fonte: Gasques *et al.* (2012).

Na década de 1990, em razão das crises econômicas globais e dos consequentes ajustes econômicos e políticos ocorridos em vários países, do aumento na produção agrícola global em taxa superior à demanda e do crescente aumento de subsídios e barreiras não tarifárias, a produção agrícola brasileira sofreu uma reorientação: deixa de ser fortemente orientada pelo Estado e passa a ser orientada pelo mercado, implicando a aceleração dos ganhos de produtividade (Figura 1), com implicações positivas sobre a produtividade da terra e sobre a disponibilidade de produtos agrícolas *per capita*. Na esteira dessas mudanças, o Brasil se torna um importante ator no comércio global de produtos agrícolas.

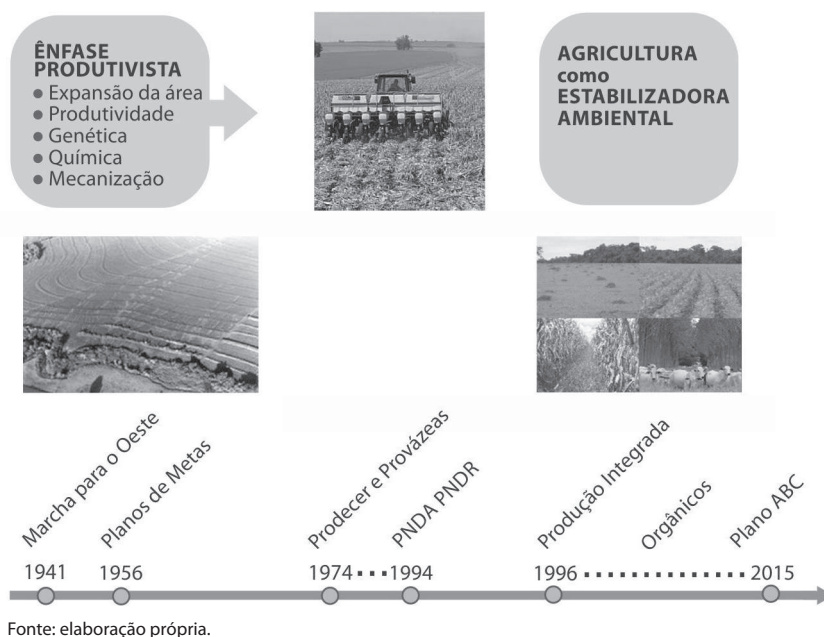
Exemplo recente de aumento de produtividade é o caso do algodão brasileiro, após 1994-1995, a redução na área foi amplamente compensada pelo ganho de rendimento, possibilitando ao Brasil passar de importador a exportador em menos de uma década (Tabela 1). Nesse caso, além do aumento no rendimento da terra, o sistema de produção passou por uma reformulação radical, com a substituição da colheita manual pela colheita mecânica, implicando em aumento do fator capital. O aumento de capital, por sua vez, requereu ganhos de escala e deslocamento da produção das regiões ditas tradicionais (sudeste e semiárido) para a região dos cerrados, com percepção de ganhos de produtividade da mão de obra e do capital, além de melhorias na qualidade da produção (BUAINAIN & BATALHA, 2007).

Outro exemplo está na produção de cana-de-açúcar na década de 2000, que também passou por uma transformação radical em função da substituição da colheita manual pela mecanizada. Essa mudança acarretou consequências econômicas, pelo aumento do capital fixo, o que, por sua vez, originou ganhos de escala e de produtividade. Porém, distintamente do algodão, na cana não houve aumento na produtividade da terra, devido à inadequação do atual sistema de produção agrícola à colheita de cana crua². A mecanização da colheita deveu-se mais a questões sociais e ambientais do que econômicas, pois uma produção que tem como apelo a produção sustentável de energia não sobreviveria no mundo atual produzindo gases do efeito estufa e empregando mão de obra com baixa qualificação e remuneração (ALVES, 2009).

² O sistema tradicionalmente empregado para colheita da cana-de-açúcar no Brasil era manual e requeria queimar a planta com uma produção considerável de gases do efeito estufa e poluição atmosférica, além de prejudicar a biodiversidade e empregar mão de obra com baixa qualificação, em condições extenuantes de trabalho. A chamada colheita de cana crua, realizada por máquinas com rendimento equivalente a 100 homens/dia, eliminou a queima.

Se, nas décadas de 1970 e 1980, o aumento da produção agrícola no Brasil se deu em bases socioeconômicas e ambientais frágeis, desde a década de 1990 as discussões sobre sustentabilidade econômica e socioambiental passaram a se fazer presentes em todo o mundo. Com essas novas exigências, o setor agrícola brasileiro adotou um exitoso padrão de crescimento calcado, em parte, na expansão de área, mas principalmente nos ganhos de produtividade. Por outro lado, se no passado o agronegócio brasileiro era acusado pela degradação ambiental e social, as mudanças recentes e as políticas públicas indicam que o país ruma para outro padrão de competição, mais sustentável (Figura 2 e Quadro 1). Políticas dedicadas à expansão da fronteira agrícola, a exemplo do Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados (Prodecer) e do Programa de Aproveitamento Racional das Várzeas Irrigáveis (Provárzeas Nacional), da década de 1970, foram substituídas por políticas orientadas a uma agricultura mais amigável ao meio ambiente, a exemplo da agricultura de baixo carbono.

Figura 2 – Linha do tempo da produção agrícola, no Brasil.



Quadro 1 – Principais programas brasileiros que incorporam o pagamento por práticas agroambientais, por data de implementação.

Programa	Objetivos ambientais	Conteúdo	Ano
Agricultura de baixo carbono	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção do solo • Resiliência ambiental • Redução na emissão de gases do efeito estufa • Uso sustentável dos recursos 	Abertura de financiamentos para: i) adoção de práticas agrícolas que contribuíssem para a redução das emissões de gases de efeito estufa; ii) atividades de pesquisa e educação; e iii) assistência técnica e extensão. Seis atividades são apoiadas: i) plantio direto; ii) recuperação de pastagens degradadas; iii) Integração lavoura-pecuária-floresta; iv) plantio de florestas comerciais; v) fixação biológica de nitrogênio; e vi) tratamento de resíduos animais	2010

Quadro 1 (cont.) – Principais programas brasileiros que incorporam o pagamento por práticas agroambientais, por data de implementação.

Programa	Objetivos ambientais	Conteúdo	Ano
Pronaf Agroecologia	<ul style="list-style-type: none"> • Uso sustentável dos recursos • Agricultura familiar orgânica 	Concessão de empréstimos para investimento, em agricultura familiar, para a adoção de sistemas de produção agroecológica e produção biológica	2005
Pronaf Eco	<ul style="list-style-type: none"> • Uso sustentável dos recursos 	Oferta de empréstimos para investimento, em agricultura familiar, para a bioenergia de pequena escala e de energia hidráulica; gestão de energia; adoção de tecnologias ecológicas; manejo florestal sustentável; e conservação, melhoria e recuperação de solos	2007
Promoção de produtos da sociobiodiversidade	<ul style="list-style-type: none"> • Uso sustentável dos recursos • Biodiversidade. 	Uma ampla gama de ações para fortalecer as cadeias de valor para os produtos associados com a sociobiodiversidade do Brasil. Os beneficiários são principalmente as populações rurais envolvidas em práticas extrativistas, agricultores familiares, quilombolas, indígenas e comunidades, entre outros, que podem receber apoio para obtenção de crédito e para praticar preços mínimos em produtos da sociobiodiversidade	2007
Bolsa Verde	<ul style="list-style-type: none"> • Uso sustentável dos recursos • Ampla espectro de abrangência 	Apoio às famílias rurais em situação de extrema pobreza, que vivem em áreas que exigem conservação. Essas famílias podem receber pagamentos sociais adicionais se introduzirem práticas de conservação do solo	2011
Fundo Amazônia	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenção do desmatamento • Ampla espectro de abrangência • Biodiversidade • Redução das emissões dos gases do efeito estufa 	Financiamentos não reembolsáveis para projetos que contribuem direta ou indiretamente para a redução do desmatamento da Floresta Amazônica. Até 20% dos desembolsos do Fundo podem apoiar o desenvolvimento de sistemas de monitoramento e controle do desmatamento em outros biomas brasileiros e em biomas de outros países tropicais. Uma ampla gama de atividades é financiada, como: i) integração lavoura-pecuária-floresta; ii) zoneamento ecológico e econômico e arranjo e ordenamento agrário; iii) elaboração de sistemas de gestão agrícola; iv) energia renovável; e v) preservação da biodiversidade	2009
Serviços ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos hídricos • Biodiversidade • Redução das emissões dos gases do efeito estufa 	Projetos locais de apoio aos agricultores para a recuperação do solo e para determinadas práticas agrícolas relacionadas à prestação de serviços ambientais	2000
Programas de microbacias	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de recursos hídricos • Proteção do solo • Ampla espectro de abrangência 	Executados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, muitas vezes apoiados pelo Banco Mundial e Banco Interamericano de Desenvolvimento. Concentram-se no uso sustentável dos recursos naturais, no estímulo ao controle da erosão, ao ordenamento do território e à conservação do meio ambiente. Além das medidas comunitárias de base, abrangem assistência técnica e extensão rural	1980

Fonte: Tdaca (2014).

Mais do que as mudanças nas técnicas de produção, as mudanças institucionais, a exemplo das políticas com ênfase ambiental (Quadro 1), indicam que o novo padrão de competição adotado pelo setor agrícola brasileiro o prepara para a revolução socioambiental que se vislumbra nas próximas décadas. A redução consistente nas taxas de desmatamento e o estabelecimento de programas de governo com ênfase na sustentabilidade ambiental, a exemplo das iniciativas públicas em favor da agricultura de baixa emissão de carbono e dos zoneamentos agroecológicos, mostram a institucionalidade da questão ambiental no Brasil. São exemplos, ainda: a obrigatoriedade da rotulagem de alimentos³, o advento da Política Nacional de Biossegurança (PNB)⁴, a implementação da Produção Integrada Agropecuária (PI Brasil), a proibição das queimadas de cana após o ano de 2014 e a entrada em vigor do novo Código Florestal⁵.

A agricultura brasileira é importante para abastecer o mundo, mas os desafios são gigantes. Os ganhos de produtividade e, com menor importância, a expansão da fronteira agrícola possibilitaram ao Brasil produzir excedentes em relação ao necessário para atender à sua população. Essa situação contribuiu para o país vir a ocupar lugar de destaque no abastecimento global de alimentos, situação que deverá ser reforçada durante a próxima década (Tabela 1). Além dos alimentos, o Brasil se tornou referência global na produção de fibras e, principalmente, de bioenergia. Toda essa dinâmica elevou estruturalmente a capacidade de geração de riqueza pela agricultura brasileira, atraindo o interesse do capital financeiro internacional, o que, por sua vez, possibilitou o aporte de investimentos significativos na produção agrícola, assim como geração de novos negócios.

Aparentemente a situação agropecuária do Brasil se mostra extremamente confortável, uma vez que o país dispõe de tecnologia, capital e aumenta sua importância no cenário global. Porém, além das soluções socioambientais que já estão em discussão e devem ser implementadas nas próximas décadas, a desaceleração no ganho de produtividade da terra indica que há novos desafios para a sustentabilidade da produção agrícola. O primeiro desafio é manter a capacidade

³ A portaria n. 42, de 14 de janeiro de 1998, institui a obrigatoriedade da rotulagem dos alimentos no Brasil. Todos os alimentos e bebidas, às exceções de água e bebidas alcoólicas, devem conter rótulos descrevendo aspectos nutricionais, sua natureza, sua classificação, sua marca e lote e sua origem de produção, entre outras informações, tais como se o alimento é *diet* ou *light* e a alegação de sua propriedade funcional e de saúde, a exemplo, da inscrição “Fibras regulam o intestino.” (BRASIL, 1998).

⁴ A polêmica sobre os transgênicos se tornou intensa após a produção de plantas mais resistentes às pragas e aos insetos que fazem parte da dieta alimentar humana. Ou seja, a questão chegou ao alimento e isso levanta uma série de questões éticas e de possibilidades de riscos à saúde do consumidor e ao meio ambiente. Para a regulamentação desses produtos no mercado agrícola, o governo brasileiro criou, em 1995, a Lei de Biossegurança, que estabelece normas e mecanismos de fiscalização sobre a construção, o cultivo, a produção, a manipulação, o transporte, a transferência, a importação, a exportação, o armazenamento, a pesquisa, a comercialização, o consumo, a liberação no meio ambiente e o descarte de organismos geneticamente modificados e seus derivados, tendo como diretrizes o estímulo o avanço científico na área de biossegurança e biotecnologia, a proteção à vida e à saúde humana, animal e vegetal e a observância do princípio da precaução para a proteção do meio ambiente. A formulação da Política Nacional de Biossegurança (PNB) é respaldada pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), uma instância colegiada multidisciplinar que tem por finalidade assessorar tecnicamente o governo na formulação, atualização e implementação da PNB relativa a organismos geneticamente modificados (OGM), bem como no estabelecimento de normas técnicas de segurança e na elaboração de pareceres técnicos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente, para atividades que envolvam OGMs e derivados (BRASIL, 1995, 2005).

⁵ O conteúdo do novo Código Florestal Brasileiro reflete a adoção de uma política intervencionista do Estado sobre a propriedade imóvel agrária privada, na medida em que as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação são bens de interesse comum a todos os habitantes do país. Argumenta-se que, em sua proposição originária, em 1934, o Código Florestal normatizou a proteção e o uso das florestas com o propósito maior de proteger os solos, as águas e a estabilidade dos mercados de madeira. Com a edição da lei n. 6.938/1981, as florestas nativas passaram a constituir um bem jurídico ambiental e que tem um valor intrínseco, próprio, e independente de suas utilidades. Tal percepção foi reafirmada pela Constituição Federal de 1988, que instituiu o conteúdo de sua função social. O debate atual em torno do Código Florestal indica a percepção da sociedade brasileira quanto às relações produtivas e às questões ambiental e social da terra (BRASIL, 1981, 2012).

Tabela 1 – Principais exportadores dos seis principais produtos agrícolas no comércio mundial, em 2000 e 2011 e estimativa projetada para 2023.

Países	Milhões de toneladas			Participação no comércio mundial (%)		
	2000	2011	2023	2000	2011	2023
ALGODÃO						
Estados Unidos	1,5	2,8		26,8	33,8	
Índia	0	1,9		0,2	22,8	
Austrália	0,7	0,8		12,5	9,8	
Brasil	0	0,8		0,5	9,3	
Total das exportações	5,7	8,2		100	100	
MILHO						
Estados Unidos	48	45,9	57,2	58,3	41,9	39,4
Brasil	0,1	9,5	31,9	0,1	8,7	22
Argentina	10,9	15,8	24,1	13,2	14,4	16,6
Antiga União Soviética	17,3	16,5	25,7	20,9	15,1	17,7
Total das exportações	82,4	109,7	145	100	100	100
SOJA						
Brasil	11,5	33	65,2	24,3	36,2	43
Estados Unidos	27,2	34,3	48,7	57,4	37,7	32,1
Argentina	4,1	10,8	16,3	8,7	11,9	10,7
Outros sul-americanos	2	7,1	12,5	4,3	7,8	8,2
Total das exportações	47,4	91	151,7	100	100	100
CARNE BOVINA						
Brasil	0,2	0,8	2,9	4,9	16,5	28,9
Índia	0	0	2,6	0	0	25,6
Estados Unidos	0,8	0,8	1,5	19,8	15,5	15,5
Austrália	0,9	0,9	1,5	22,6	17,3	15,1
Outros	0,6	0,7	1,5	14,9	13,5	9,1
Nova Zelândia	0,3	0,3	0,6	8,2	5,2	5,8
Total das exportações	3,9	5	10,0	100	100	100
CARNE DE AVES						
Brasil	0,9	3,7		11,9	26,8	48,9
Estados Unidos	2,8	3,8		35,6	27,5	36,1
União Europeia	0,9	1,1		11,7	8,4	9,9
Tailândia	0,3	0,1		3,2	0,4	8,1
China	1,2	1		15,2	7,2	4,7
Total das exportações	7,9	13,6		100	100	100

Tabela 1 (cont.) – Principais exportadores dos seis principais produtos agrícolas no comércio mundial, em 2000 e 2011 e estimativa projetada para 2023.

Países	Milhões de toneladas			Participação no comércio mundial (%)		
	2000	2011	2023	2000	2011	2023
CARNE SUÍNA						
Estados Unidos	0,5	1,5	2,9	16,6	30,1	36,9
União Europeia	0,3	0,4	2,4	9,4	7,8	30,8
Canadá	0,1	0,1	1,4	4	2,7	17,2
Brasil	0	0,1	0,8	0,7	1,2	10,0
China	0	0,1	0,4	1,4	2,0	4,9
Total das exportações	2,8	5,1	7,9	100	100	100

Fonte: Brasil (2014b); FAO (2015).

de resposta aos problemas, a exemplo da defesa sanitária, decorrentes do aumento da produção e do comércio internacional. Outro desafio é atender à necessidade de agregação de valor aos bens produzidos, quer pela produção diferenciada (com certificação de origem, rastreabilidade etc.), quer pela melhoria do processo de industrialização. A produção agrícola do Brasil se diversificou –, por exemplo, a de hortifruti –, e apresenta um cenário mais complexo – como no caso das carnes – e desafios atuais de produção, como a ocupação de novas áreas para a produção de dendê, na região Norte. Apesar dos avanços, ainda há muito que fazer: *novas* produções, como a aquicultura, incorporação de pequenos produtores ao mercado e, principalmente, geração de *novos* negócios na indústria de serviços.

Esses desafios implicam, além de manter a atual trajetória de sucesso, superando desafios que essa própria trajetória impõe, incorporar novas áreas e desenvolver novos produtos. Esses são os três primeiros passos para o desafio que é incorporar valor à produção agrícola e gerar transbordamentos deste para outros setores da economia, notadamente o setor de serviços. A direção está dada, porém, assim como no passado a geração de conhecimento foi um vetor importante para o sucesso atual, o futuro da agricultura brasileira dependerá fortemente da geração de conhecimento, com uma diferença: agora em um ambiente muito mais complexo.

O SIA e o papel da Embrapa

Conforme demonstrado no tópico anterior, a agricultura brasileira contemporânea apresentou uma trajetória marcada por quatro vetores distintos: i) expansão da fronteira agrícola; ii) obtenção de ganhos de produtividade; iii) busca de sustentabilidade econômica; e, mais recente, iv) necessidade de produzir com sustentabilidade ambiental e social, os quais contribuirão significativamente para resultados como uma maior produção, oferta de preços mais baixos e de grandes volumes de divisas para o país (BARROS, 2012).

Essa trajetória contou com uma gama de políticas orientadas para cada um dos vetores (Figura 2), os quais apresentam como ponto comum a inovação. Neste texto utilizamos o

conceito amplo de inovação descrito por Kline e Rosenberg (1986), qual seja, de uma novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo ou social que resulte em novos produtos, processos ou serviços, classificados como: i) inovação tecnológica (introdução no mercado de novos, ou significativamente melhorados, produtos ou serviços); ii) inovação de processos (novos, ou significativamente melhorados, processos de produção ou de logística de bens ou serviços); iii) inovação organizacional (novos métodos organizacionais na prática do negócio, organização do trabalho e/ou relações externas); e iv) inovação de *marketing* (novos métodos de *marketing*, que desencadeiem melhorias significativas no *design*, preço, distribuição ou promoção de produtos ou embalagens).

Tradicionalmente, o SIA é calcado no investimento público. Porém, exemplos como o do plantio direto requerem que o processo de inovação agrícola envolva elementos para além da pesquisa e do investimento público. Nesse caso, o sistema, embasado na necessidade dos agricultores em conservar o solo, foi desenvolvido pelo produtor rural, com participação ativa da indústria de máquinas agrícolas e apoio da pesquisa pública⁶

A inovação na agricultura está cada vez mais complexa e dependente da inovação em geral. É crescente a transdisciplinaridade nos processos de inovação, inclusive no setor agrícola. Essa transdisciplinaridade requer a articulação de redes institucionais cada vez mais amplas, o que implica uma certa complexidade na gestão e se contrapõe à lógica do investimento público. Esse é um paradoxo para o SIA, que tradicionalmente se baseou no setor público, mas é possível no Brasil avançar em direção a uma maior participação do setor privado. Outros sistemas de inovação bem-sucedidos no país envolvem as fundações de pesquisa, a exemplo do Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt) e da Fundação Mato Grosso (Fundação MT)⁷.

O sucesso dos modelos de inovação resulta dos crescentes usos de tecnologia da informação e comunicação (TIC), tratamento de dados, biotecnologia, nanotecnologia e geotecnologias, que tiveram e terão cada vez mais participação da inovação em *marketing* e da inovação organizacional. Por exemplo, a ciência avança na biologia sintética no sentido da criação de uma molécula de DNA em laboratório, porém essa tecnologia não será viabilizada caso a sociedade a rejeite, e essa aceitação depende de uma comunicação eficiente entre a ciência e a sociedade e da permanente

⁶ A técnica do plantio direto foi desenvolvida por agricultores da região Sulcom a participação da indústria de máquinas agrícolas, notadamente a Semeato Máquinas Agrícolas; da indústria de defensivos agrícolas, a exemplo da Companhia Imperial de Indústrias Químicas do Brasil; e de instituições públicas de pesquisa, como a Embrapa e o Instituto Agronômico do Paraná (Iapar). Essa técnica foi embasada em conhecimento prévio gerado por instituições públicas de pesquisa como o Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e o Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (DPEA/Mapa) (ABEAS, 2005).

⁷ A Fundação MT é uma instituição privada de cunho tecnológico, que conta atualmente com mais de trezentos funcionários e um quadro associativo que envolve, praticamente, todas as empresas de máquinas e equipamentos, defensivos, fertilizantes e sementes que atuam no setor agrícola do Mato Grosso. Para aumentar sua atuação regional, a Fundação MT firmou parcerias com produtores locais, estabelecendo, assim, a maior rede de pesquisa e desenvolvimento do estado. Fruto da ação coletiva de 23 produtores de sementes de soja, que perceberam a necessidade da pesquisa para gerar soluções para a sojicultura na região dos Cerrados, no início as atividades da Fundação MT eram realizadas em parceria com a Embrapa. Depois, a Fundação direcionou seus trabalhos para Mato Grosso e uma empresa, a Tropical Melhoramento & Genética, foi criada para administrar os negócios. O modelo de gestão, com captação de recursos para o desenvolvimento de pesquisas, possibilitou à instituição conceber soluções imediatas para o setor, aproximou a pesquisa de seus consumidores, contribuiu para unir os produtores e resolveu gargalos de um setor que não dispunha de informação suficiente, fazendo com que o conhecimento proporcionado pela pesquisa chegasse mais rápido aos produtores e dando sustentabilidade à produção agrícola no Mato Grosso (FUNDAÇÃO MT, 2015).

busca por inovação organizacional (THE ECONOMIST, 2010). Ou seja, um SIA eficaz requer um ambiente de inovação próspero e articulado, de modo a garantir que os conhecimentos gerados em outros campos tornem-se disponíveis para que os atores econômicos e a sociedade em geral compartilhem uma *cultura de inovação*.

No caso da inovação no Brasil, a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (Encti) para o período 2012 a 2015 prevê: i) reduzir a disparidade tecnológica do país em relação às economias desenvolvidas; ii) liderar os conhecimentos relacionados com a natureza (incluindo a inovação verde, o agronegócio e outras atividades baseadas em recursos naturais); iii) reforçar a internacionalização do sistema de pesquisa nacional; iv) promover o desenvolvimento de uma economia verde; e v) combater as desigualdades sociais e regionais. Essas diretrizes, respaldadas pela implementação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI), conferem à inovação um papel central no desenvolvimento do país e, portanto, criam um ambiente próspero para a inovação na agricultura, como geradora de transbordamentos para os demais setores da economia brasileira (BRASIL, 2012).

O investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) agrícola no Brasil é menor do que nos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (Ocde) e do que nos seus concorrentes diretos na agroeconomia mundial. Apesar de uma posição confortável em relação à América Latina, o Brasil precisa aumentar seus investimentos em pesquisa agrícola para acompanhar o ritmo dos seus principais concorrentes no cenário global. Enquanto o investimento público do Brasil em P&D agrícola, no ano de 2013, foi levemente inferior ao que a China investira em 2000 – cerca de US\$ 2 bilhões –, China e Índia despenderam mais de US\$ 3 bilhões e US\$ 6 bilhões, respectivamente. Se, na última década, a China duplicou seus investimentos em P&D agrícola, o Brasil não chegou ao patamar da China no ano 2000 e, além de menor, o investimento brasileiro cresce a taxas inferiores às dos seus principais concorrentes (OCDE, 2014).

Uma questão fundamental é a predominância do investimento público para a pesquisa agrícola no Brasil que, apesar do crescimento nominal (passou de R\$ 783,17 milhões, em 2000, para quase R\$ 3 bilhões, em 2013), se mantém baixo em relação ao PIB do país (Tabela 2). Além da pesquisa privada, o SIA abrange algumas organizações sem fins lucrativos que, apesar da importância regional e/ou setorial, não são suficientes para mudar a dinâmica do investimento na inovação agrícola brasileira. Entre essas organizações, é importante destacar as ligadas ao setor de grãos, como a Fundacep (atual Cooperativa Central Gaúcha LTDA – CCGL), no Rio Grande do Sul, e a Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (Coodetec), no Paraná, além daquelas ligadas aos setores de citros (Fundo de Defesa da Citrocultura - Fundecitrus), e de cana-de-açúcar, (Centro de Tecnologia Canavieira- CTC), ambos em São Paulo.

Algumas medidas para incentivar o investimento privado e, principalmente, as relações, em P&D, entre o capital público e o privado já foram implementadas. Citemos como exemplos a concessão de isenções fiscais para promover *startups* e facilitar a comercialização da inovação. O papel do setor privado no SIA brasileiro vem crescendo nas últimas duas décadas, porém ainda é mais orientado para o fornecimento de insumos e assistência técnica, com algumas incursões na pesquisa de sementes, máquinas e equipamentos, processamento e insumos agrícolas.

Tabela 2 – Relação entre PIB da agropecuária, PIB do agronegócio e dispêndios em pesquisa agropecuária no Brasil entre os anos de 2000 a 2012 (Milhões de R\$ correntes).

Ano	1	2	3	(3/1)	(3/2)
	PIB do agronegócio*	PIB da agropecuária*	Dispêndios públicos em P&D na agricultura***	%	%
2000	276.978,70	57.241,00	783,2	0,28	1,37
2001	307.091,00	66.819,00	851	0,28	1,27
2002	369.401,90	84.251,00	832,7	0,23	0,99
2003	447.562,40	108.619,00	922,5	0,21	0,85
2004	495.888,70	115.194,00	1.055,80	0,21	0,92
2005	506.877,50	105.163,00	1.188,20	0,23	1,13
2006	540.484,80	111.566,00	1.265,10	0,23	1,13
2007	617.363,20	127.267,00	1.509,60	0,24	1,19
2008	722.553,60	152.612,00	1.779,60	0,25	1,17
2009	729.923,40	157.232,00	2.336,10	0,32	1,49
2010	849.476,20	171.177,40	2.501,20	0,29	1,46
2011	957.575,10	192.653,40	2.680,40	0,28	1,39
2012	976.606,40	198.137,10	2.997,40	0,31	1,51

Fonte: Lopes (2015)

Os esforços para que haja um maior envolvimento do setor privado nos investimentos em P&D agrícola, no Brasil, ainda não se traduziram em melhorias: os indicadores brasileiros estão aquém dos de seus principais concorrentes, indicando a necessidade de revisão do modelo atual. Entre os indicadores enquadra-se o número de pesquisadores por 100 mil habitantes, que em 2007, correspondeu a 40,1 pesquisadores por 100 mil habitantes, o equivalente a menos da metade do número de pesquisadores.habitante⁻¹ de seus principais concorrentes globais. Outro indicativo da dinâmica precária do SIA no Brasil é que, em 1996, as principais instituições (68) de pesquisa agrícola (organizações federais e estaduais, universidades, organizações sem fins lucrativos e empresas de sementes) empregavam cerca de 5 mil pesquisadores em tempo integral (PTI). Em 2006, apesar da expansão do ensino superior⁸ em áreas relacionadas com as ciências agrárias, a força de pesquisa desse sistema foi estimada em 5.373 PTI, uma taxa de crescimento de 6% ao longo de dez anos (BEINTEMA, AVILA & FACHINI, 2010). Os resultados são considerados insatisfatórios, também, em comparação com as médias dos países da OCDE, também em número de artigos publicados⁹, número de patentes e marcas, quanto na cooperação internacional (OECD, 2014).

⁸ As universidades brasileiras oferecem um elevado nível de educação em relação ao setor agrícola (agronomia, veterinária, engenharia florestal, formação em técnico ambiental etc.) e em pesquisa básica. As universidades federais e estaduais também estão envolvidas em pesquisa aplicada às ciências agrárias. As principais universidades estão localizadas nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul (BEINTEMA, AVILA & FACHINI, 2010).

⁹ Enquanto os EUA responderam por 24,5% das publicações em ciências agrárias, entre 1993 a 2012, o Brasil respondeu por 5,7%, número próximo ao de países desenvolvidos como Alemanha (5,2%) e Canadá (5,3%), porém inferior a Índia (7,9%) e a China (6,5%) (SAGAR *et al.*, 2013).

Os indicadores aquém do desejado e a necessidade da maior participação do investimento privado revelam uma realidade preocupante. Além disso, o volume de recursos aplicados em P&D na agricultura do Brasil não é desprezível, o que sugere que há falta de coordenação e articulação entre os vários entes que compõem o SIA no país.

A governança do SIA brasileiro. Nacionalmente, as prioridades de P&D para o setor agropecuário são estabelecidas pelo governo, por meio dos diferentes ministérios envolvidos com a inovação, liderados pelo Mapa, em articulação com o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

O Mapa e o MDA executam papéis relacionados à promoção de políticas e ações orientadas para a organização e modernização do setor agropecuário. A Embrapa, subordinada ao MAPA, coordena o SNPA, que atua em conjunto com o Conselho Nacional das Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (Consepa), enquanto o MDA se dedica mais à extensão rural (BEAULIEU, 2013). Essa coordenação também existe no plano estadual e é liderado pelas agências dos governos estaduais. Ainda, O SIA está intimamente ligado ao sistema de inovação em geral, devido à sua estreita relação com o MCTI e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O Ministério do Meio Ambiente (MMA), o líder para as questões ambientais, e o Ministério da Educação (MEC), ente que congrega as universidades, também desempenham papéis importantes no sistema de inovação brasileiro.

Para o setor agropecuário, a definição das prioridades em inovação e dos respectivos mecanismos de coordenação é realizada pelo Mapa e pelo MDA, mas o MCTI também desempenha um papel importante, especialmente na P&D nas universidades, cuja principal fonte de financiamento é o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), sob sua coordenação (SALLES-FILHO, 2000). Da integração do SIA se encarrega a Embrapa, que deveria garantir a melhor utilização possível dos fundos públicos e o aumento da eficiência dos sistemas de inovação via partilha de conhecimentos; porém, o sistema poderia ser muito mais eficiente se houvesse melhor coordenação entre os ministérios e se o setor privado também estivesse comprometido com essa institucionalidade.

O SIA brasileiro é complexo, diverso e tem a Embrapa como principal agente. Devido à dimensão continental do país e à diversidade verificada no setor agrícola, o Brasil requer articulação de uma complexa rede de atores, incluindo agricultores, pesquisadores públicos e privados, extensionistas, políticos, empresas do setor privado, agências não governamentais e outras organizações intermediárias, sendo inegável a importância da Embrapa, nesse sistema (ASENSO-OKYERE & DAVIS, 2009). Além da centralidade de seus investimentos, cabe à Embrapa a coordenação do SIA brasileiro, uma vez que sua atuação é de âmbito nacional.

Atualmente a Embrapa está presente em todo o Brasil (Figura 3): a empresa conta com 46 centros de pesquisa compostos por dez centros nacionais temáticos (Agrobiologia, Agroenergia, Agroindústria de Alimentos, Agroindústria Tropical, Informática Agropecuária, Instrumentação, Meio Ambiente, Monitoramento por Satélite, Recursos Genéticos e Biotecnologia, Solos); 14 centros nacionais de produtos (Algodão, Arroz e Feijão, Caprinos e Ovinos, Florestas, Gado de Corte, Gado de Leite, Hortaliças, Mandioca e Fruticultura, Milho e Sorgo, Pesca e Aquicultura,

Soja, Suínos e Aves, Trigo, Uva e Vinho); 17 centros ecorregionais e agroflorestais (Acre, Agropecuária Oeste, Agrossilvipastoril, Amapá, Amazônia Ocidental, Amazônia Oriental, Cerrados, Clima Temperado, Cocais, Meio-Norte, Pantanal, Pecuária Sudeste, Pecuária Sul, Rondônia, Roraima, Semiárido, Tabuleiros Costeiros); e cinco unidades de serviços (Café, Gestão Territorial, Informação Tecnológica, Produtos e Mercado, Quarentena Vegetal).

Em 2013 a Embrapa contava mais de 9,8 mil funcionários, sendo 2,4 mil pesquisadores, em sua maioria, com doutorado (Figura 4), e cerca de 60% do total capacitados no exterior. Importante destacar o papel da Embrapa como incentivadora da capacitação de pesquisadores brasileiros desde a sua fundação, estimulando as demais instituições públicas de pesquisa do Brasil a investirem em formação.

Figura 3 – As unidades da Embrapa em 2015.



Fonte: Embrapa (2015a).

Figura 4 – Quadro de pesquisadores da Embrapa entre os anos de 1973 a 2013.

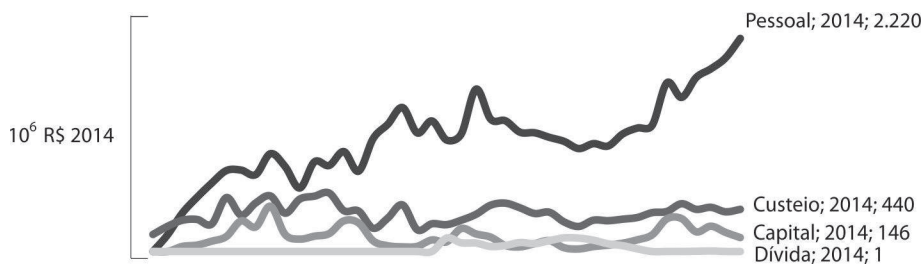


Fonte: Embrapa (2015b).

A evolução na capacitação da mão de obra na Embrapa se reflete na estrutura de capital da empresa (Figura 5), com crescimento substancial da rubrica de pessoal em relação às demais, configurando a empresa como uma *empresa intelectual*. Essa constatação indica que, apesar do capital intelectual acumulado, a Embrapa necessita de novos arranjos institucionais com maior interação com o setor privado, para que este possa assim aportar recursos na empresa. Se, por um lado, os indicadores de capacitação intelectual da mão de obra da empresa sugerem a necessidade de maior interação da Embrapa com o setor privado, para que essa evolução possa ser suportada, por outro lado, é fato que a legislação tem se tornado cada vez mais restritiva a interlocução público-privada, e esse é um dos principais desafios a ser vencido para que a Embrapa continue a desempenhar o seu papel com sucesso.

Figura 5 – Recursos (em milhões de reais) aplicados na Embrapa, por rubrica de despesas, entre 1974 a 2014, e as suas variações (% ao ano) decenais.

	Pessoal	Custeio	Capital	Dívida
1974 a 1984	91,47	11,85	62,71	0,00
1984 a 1994	5,78	-6,47	-2,40	-64,02
1994 a 2004	-0,33	1,55	-6,44	-1,67
2004 a 2014	7,04	3,01	10,80	-38,00



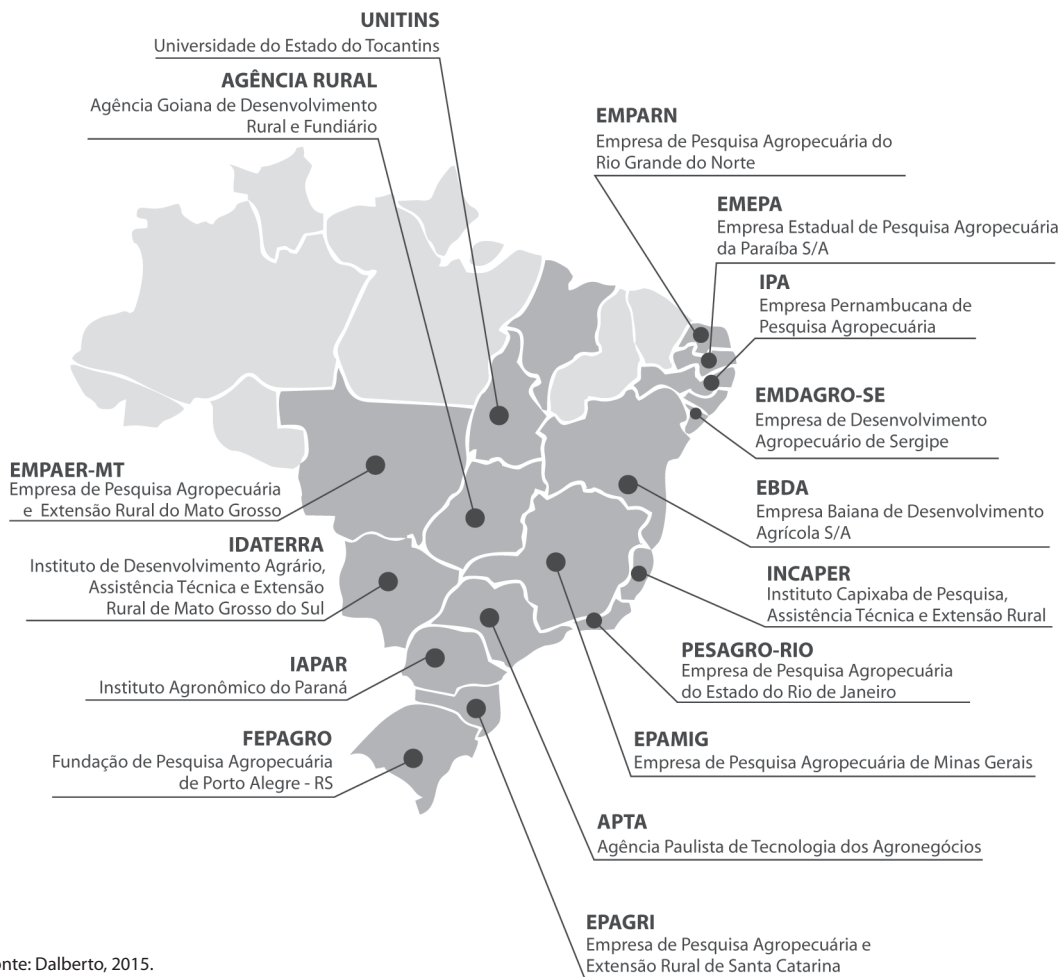
Fonte: Embrapa (2015a).

Para o desenvolvimento regional, o SIA conta com o apoio da rede das Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (Oepas) (Figura 6), o que lhe possibilita a cobertura dos variados ambientes de produção agrícola do país e a integração com os diversos atores do setor agrícola nacional. Além das relações com instituições públicas, a Embrapa mantém acordos com o setor

privado, o que proporciona maior eficácia, principalmente no que diz respeito à pesquisa aplicada e à solução de problemas de curto prazo (Quadro 2). Alguns exemplos de contratos em P&D da Embrapa com empresas privadas (Quadro 2), além dos contratos de P&D para sementes, com organizações sem fins lucrativos, mostram que a Embrapa avança em suas relações com o setor privado¹⁰, porém ainda no *velho paradigma* da genética.

Apesar de o SIA constituir essa rede ampla, tanto em termos espaciais quanto em relação ao tipo de pesquisa (básica nas universidades, aplicada na Embrapa e regional nas Oepas), a cobertura da rede não é homogênea. Por exemplo, a infraestrutura de P&D da região Norte do país, uma das áreas potenciais para ampliar a agricultura sustentável no Brasil, com a inclusão de novos produtos como o dendê e a aquicultura, está aquém da necessidade.

Figura 6 – Rede de Oepas no SIA.



Fonte: Dalberto, 2015.

¹⁰ Em 2012, a Embrapa assinou mais de trezentos contratos com o setor privado, incluindo acordos de transferência de tecnologia, notadamente em sementes, e contratos de cooperação técnica. Os principais contratos de sementes são para algodão, milho, soja, sorgo, trigo e pastagens (Embrapa, 2015a).

Quadro 2 – Principais acordos da Embrapa com o setor privado (situação em fevereiro de 2013).

Empresa	Abrangência do acordo
Monsanto do Brasil	Soja, algodão
Basf S.A.	Áreas de interesse comum às duas empresas
Abrase, Basf	Cadeia produtiva de sementes
Abrange	Soja não geneticamente modificada
Agrinos do Brasil Fertilizantes Biológicos	Fertilizantes biológicos
Du Pont – E. I. du Ponto de Nemours e Cia.	Cana-de-açúcar
Basf S.A. e Tropical Melhoramento em Genética Ltda.	Tecnologia Cultivance
Syngenta Seeds Ltda.	Estudos de resistência de cultivares aos patógenos e experimentos laboratoriais

Fonte: Embrapa (2015a).

Outro aspecto a considerarmos é o fato da ênfase da Embrapa persistir nas diretrizes da década de 1970, ou seja, na indústria de sementes e no melhoramento vegetal. Esses dois fatos são fortes indicativos de que a rede do SIA brasileira precisa ser adequada para os desafios futuros do setor agrícola nacional.

A Embrapa cumpriu bem a sua missão inicial. A pesquisa da Embrapa, apoiada pela pesquisa básica desenvolvida pelas universidades, inicialmente foi centrada na atividade agrícola primária, incluindo os sistemas de produção, recursos naturais, controle de pragas e doenças, práticas agrícolas, recursos genéticos, entre outras atividades voltadas à melhoria da produtividade e da qualidade da produção agropecuária. Entre essas atividades, a genética, incluindo o melhoramento e o desenvolvimento da tecnologia de sementes, foi o que ocupou o maior esforço da empresa. Podemos citar como exemplos os projetos de melhoramento de sementes, notadamente de grãos (arroz, feijão, milho, soja e trigo) e de fibras (algodão), que consumiram mais de 60% do orçamento de custeio da Embrapa durante a década de 1980. Nesse período, outro importante item do custeio à pesquisa foram os sistemas de produção (cerca de 30%). As pesquisas em sistemas de produção requereram forte atividade de P&D em rotação de culturas, solos e nutrição de plantas, com destaque à fixação biológica do nitrogênio. Entre os exemplos está a ocupação dos cerrados, que consistiu em uso de um conjunto de tecnologias, incluindo aspectos de fertilidade e manejo do solo associados com uma sucessão de espécies agrícolas anuais, notadamente a soja (MIYASAKA, 1986).

Ainda na década de 1980, as atividades de P&D da Embrapa foram respaldadas pelo Serviço de Produção de Sementes Básicas (SPSB), que comercializava sementes das variedades, notadamente de arroz, feijão, soja e milho, desenvolvidas pela Embrapa e demais instituições de pesquisa do SNPA. Além da comercialização, o SPSB tinha como missão fomentar a estruturação do sistema brasileiro de certificação da produção de sementes em bases privadas, em acordo com o Programa Nacional de Sementes¹¹, uma vez que a produção de sementes no Brasil ou era feita pelo poder público, ou era importada (FRANÇA-NETO & OLIVEIRA, 1998).

¹¹ O programa brasileiro de sementes iniciou na década de 1960 com a produção de sementes de trigo e rapidamente foram detectados alguns entraves. Para superá-los, à época, o governo elaborou um projeto, financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), chamado Ação Governamental para Implantação do Plano Nacional de Sementes (Agiplan). O plano previa forte capacitação de pessoal, inclusive em níveis de mestrado e doutorado, além de financiar a implementação da infraestrutura da indústria brasileira de sementes (ELIAS NETO, 1985).

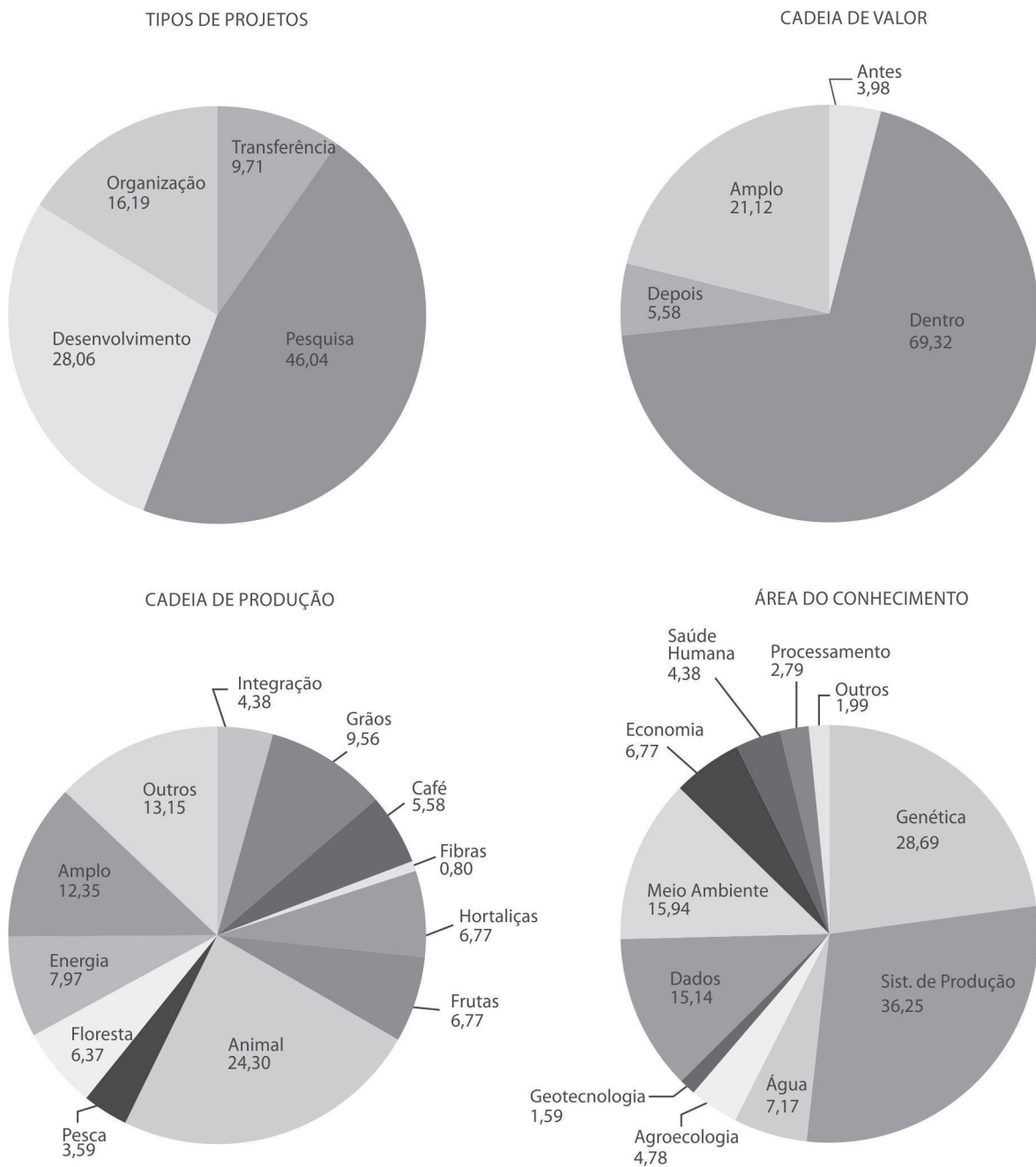
Segundo a ótica da inovação, o sistema de pesquisa (P) formado pelas universidades e pelos centros de pesquisa da Embrapa era complementado pelo desenvolvimento (D), que também era executado pela Embrapa em conjunto com as Oepas. Esse sistema de P&D, em que o SPSB desempenhou importante papel ao incentivar a interação, via fornecimento de sementes, entre a pesquisa e o sistema de produção agrícola, foi exitoso e permitiu à Embrapa cumprir a sua missão inicial de promover a inovação.

Na década de 1990, a Embrapa iniciou um processo de redirecionamento, que ficou evidente com a reestruturação do SPSB em prol do Serviço de Negócios Tecnológicos (SNT). Nessa reestruturação o SNT seria o *braço de negócios* da Embrapa, incorporando outras tecnologias ao seu portfólio, além das sementes. Mais tarde o SNT foi desmembrado, dando origem à Secretaria de Negócios, a qual, em conjunto com o SNT, seria o agente de inovação da pesquisa gerada pela Embrapa.

Além da mudança na área de negócios, elo fundamental para ligação entre a pesquisa e a produção e, conseqüentemente, para a inovação, a Embrapa reestruturou o seu sistema de gestão de pesquisa procurando dar maior aderência à realidade da agricultura. Nesse sentido, em uma amostra de 278 projetos conduzidos pela Embrapa no ano de 2014, observam-se 251 relacionados à pesquisa, desenvolvimento e organização da informação e 27 à transferência de tecnologia (Embrapa 2015b). Daquele total (251), 128 projetos tinham como objetivo principal a geração de conhecimento (pesquisa), 78 a adaptação do conhecimento existente (desenvolvimento) e 45 a organização do conhecimento existente (organização). Com relação à área de pesquisa, dos 251 projetos, 36,25% enfatizavam os sistemas de produção e 28,69% a genética, incluindo melhoramento e sementes (Figura 7). Embora os projetos da Embrapa indiquem uma ampliação do escopo e diversificação em direção a assuntos relacionados à mitigação ambiental (15,94%, em 2014) – notadamente contra a emissão de gases do efeito estufa e em direção às novas tecnologias, com destaque para o processamento de dados e demais tecnologias relacionadas à computação (15,14%, em 2014) e ao uso da água (7,17%, em 2014), como o trabalho com sistemas irrigados –, o foco na genética e nos sistemas de produção ainda permanecem (Figura 7). Vale ressaltarmos que os projetos de genética de hoje diferem dos da década de 1980, pois, em sua maioria, são relacionados à engenharia genética e/ou são projetos de melhoramento em espécies distintas daquelas que predominavam no passado (grãos), com destaque para o café, as hortaliças e as frutas. Ou seja, os projetos de sistemas de produção deixaram de enfatizar apenas os grãos e incluem sanidade, pecuária e fertilizantes.

Apesar de os projetos de P&D e organização do conhecimento terem mudado, os acordos firmados com a iniciativa privada (Quadro 2) mostram que a ênfase da inovação na Embrapa ainda é no melhoramento vegetal e na produção de sementes. Ou seja, embora os projetos indiquem uma readequação da Embrapa à realidade da produção agrícola nacional, a inovação continua atrelada a um passado que deriva da implementação do SNPA, onde as prioridades eram a ocupação dos cerrados e do semiárido, a indústria de sementes e o desenvolvimento de tecnologias, notadamente cultivares, adaptadas àquelas regiões. Além de alteração no seu modelo de gestão, notadamente no caso da alocação dos recursos financeiros da empresa, o processo de inovação na Embrapa também carece de maior aproximação com o setor privado.

Figura 7 – Distribuição de uma amostra de projetos da Embrapa segundo tipo, cadeia de valor, cadeia de produção e área do conhecimento.



Fonte: Elaboração própria com dados de Embrapa (2015b)

O futuro da Embrapa é desafiador. Se, no passado, a Embrapa se anunciava como uma *grande empresa de genética*, com enfoque em grãos e fibras, no presente, em consonância com a mudança no paradigma da agricultura brasileira no sentido da sustentabilidade, ela incorporou questões ambientais em sua agenda, além de preocupações com a pós-colheita, o processamento da produção agrícola, a bioenergia, máquinas e equipamentos para pequenas produções, instrumentos agrícolas e a transferência de tecnologia. Revela-se notório que a Embrapa venha mudando a sua agenda em sintonia com a realidade da agricultura global, porém o processo ainda está incompleto, pois a empresa alterou apenas o seu perfil de P&D, faltando ainda incorporar esse redirecionamento à sua agenda de inovação.

Buscar uma maior integração com as universidades e as Oepas e com instituições como as fundações, a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) e a Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) pode auxiliar a Embrapa nos esforços para incrementar a sua rede de inovação. Essa integração será respaldada com a consolidação das Unidades de Referência Tecnológica (URT), que consistem em sistemas físicos, alocados em área pública ou privada, com objetivo de validar, demonstrar e transferir as tecnologias geradas, adaptadas e/ou recomendadas pelo SIA brasileiro. Além das RTTs, a Embrapa tem o desafio de implementar os Núcleos Territoriais de Inovação e Referência Tecnológica (Nutir), que formam um agrupamento de cooperações resultantes de parcerias público-privadas (PPP) com ênfase na inovação regional, principalmente no que diz respeito ao componente *negócios*, considerado uma importante etapa de propagação da inovação.

Implementar uma rede de negócios que possibilite promover a inovação é um dos grandes desafios para a Embrapa manter sua excelência em inovação agrícola. A proposta da Embrapa TEC, subsidiária integral da Embrapa especializada em desenvolver parcerias e negócios para atuar em mercados competitivos, com base na exploração comercial das inovações e dos direitos decorrentes de propriedade intelectual gerados pela Embrapa, é uma iniciativa nesse sentido. Se no passado os negócios tecnológicos desenvolvidos pelo SPSB, e posteriormente pelo SNT, foram exitosos no sentido da inovação, no presente é preciso considerar que a Embrapa não trata prioritariamente da genética e de alguns poucos sistemas de produção como no passado; o seu escopo se ampliou e diversificou muito.

Os avanços foram extraordinários, mas elaborar e pôr em funcionamento sistemas de inteligência e antecipação são essenciais para o futuro do SIA brasileiro e da Embrapa. Os avanços na produção, na produtividade/rendimento (Figura 1) e na participação mundial da agricultura brasileira (Tabela 1) atestam o sucesso do SIA nas últimas quatro décadas. Os progressos foram obtidos principalmente na produção agropecuária propriamente dita. Porém, cada vez mais essa segmentação é substituída por uma configuração contínua, que começa antes da produção, passa pelos sistemas de produção e termina na mesa do consumidor, com crescente governança deste último (Figura 8). Nesse caso, as melhorias ocorreram em diversas áreas do conhecimento – na mecânica (máquinas e implementos, irrigação e aviação agrícola), na química (fertilizantes e defensivos), na biologia (sementes, microrganismos, controle biológico e transgênicos), na agronomia (preparo e conservação do solo, práticas culturais, cultivares, épocas de plantio, colheita e pré-processamento e sistemas de produção animal), nos processos agroindustriais (pós-colheita,

processamento, logística, especialização, agregação de valor) e nos processos organizacionais (gestão, criação de cooperativas, mercados e comercialização). Cada vez mais essas áreas envolvem questões transdisciplinares (alimentos convenientes, emissões de gases do efeito estufa, especialidade, funcionalidade, inocuidade, qualidade, rastreabilidade, sanidade, segurança e aspectos sociais) o que impõem grande ênfase à gestão.

Figura 8 – Avanços e desafios do SIA brasileiro.



Fonte: Elaboração própria.

Atualmente, a configuração contínua, aliada à transdisciplinaridade, tornam o sistema de P&D agrícola cada vez mais complexo, tanto do ponto de vista da geração de conhecimento quanto, e principalmente, da sua gestão. Nesse sentido, o Mapa criou mais de trinta câmaras setoriais responsáveis pela identificação das principais demandas tecnológicas e de infraestrutura das cadeias agrícolas mais importantes do Brasil. As câmaras setoriais¹² abrangem atores públicos e privados reunidos com o objetivo de identificar as falhas do sistema, sugerindo assim projetos de P&D que possam ser implementados no SIA.

Por sua vez, a Embrapa, assim como as organizações estaduais, tem o seu próprio sistema de planejamento estratégico para identificar prioridades de P&D, as quais são traduzidas em um Plano Estratégico¹³. Cada centro da Embrapa também elabora um plano estratégico, vinculado

¹² Desde 1997, a Embrapa executa um sistema de monitoração e avaliação dos resultados e impactos das principais tecnologias desenvolvidas pelo SIA nacional. Mais de cem tecnologias e duzentas cultivares são avaliados anualmente em termos do seu impacto econômico, social e ambiental. Esse sistema é único no mundo e baseia-se na abordagem do excedente econômico para medir os impactos sociais e ambientais da inovação. Os resultados destas avaliações são utilizados para orientar os futuros projetos de P&D. Algumas organizações estaduais já estão publicando seus relatórios com o apoio da Embrapa (2015a).

¹³ O Plano Estratégico da Embrapa, para o período 2008 a 2023, elaborado em 2007, define como temas prioritários para os próximos dez anos: i) garantir a competitividade e sustentabilidade da agricultura brasileira; ii) alcançar um novo padrão competitivo tecnológico em bioenergia e biocombustíveis; iii) promover o desenvolvimento de tecnologias para uso sustentável dos biomas (por exemplo, savana e Amazônia) e a integração das regiões brasileiras com o mercado; iv) exploração da biodiversidade para o desenvolvimento de produtos diferenciados e de alto valor agregado; e v) contribuir para o avanço na fronteira do conhecimento e da incorporação de tecnologias emergentes (EMBRAPA, 2008).

ao plano estratégico corporativo, sob a supervisão do Conselho de Administração e dos diretores executivos. O Conselho é constituído por representantes dos agricultores (inclusive familiares), por pesquisadores, representantes das universidades e da agroindústria, fornecedores de insumos e outros agentes do setor. Para evitar a duplicação de esforços, há uma coordenação geral do planejamento estratégico, que cuida do processo de programação. O Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa coordena a preparação e análise das propostas de pesquisa, monitora e avalia os resultados obtidos.

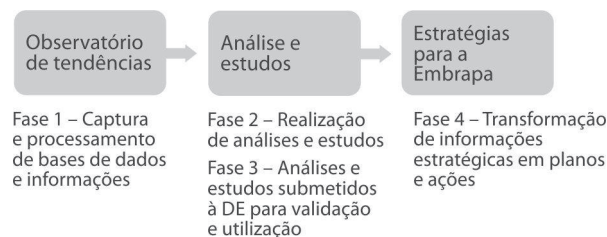
Esse sistema tem sido bem-sucedido, porém ele não estimula o desenvolvimento de novos sistemas de produção e de tecnologias disruptivas¹⁴. Diante dessa constatação, a Embrapa está realizando uma série de ações para desenvolver estudos estratégicos e projetar uma nova visão da pesquisa com objetivo de orientar a sua atuação nos próximos vinte anos.

Para ajudar na definição das estratégias de P&D da empresa e de instituições parceiras, foi criado o Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa (Agropensa), com o qual a empresa pretende mapear, organizar, integrar e disseminar bases de dados e de informações agropecuárias. A ideia é que o sistema mantenha-se atento aos acontecimentos e novidades do setor tanto a nível nacional quanto a nível internacional, e com base nessas informações a Embrapa possa identificar e elaborar cenários que lhe sirvam de orientação e preparação diante de futuros desafios e oportunidades.

Fazem parte do Agropensa os 46 centros de pesquisa e serviços, as 15 unidades administrativas, os laboratórios virtuais da empresa e os mais de dez projetos de cooperação técnica da Embrapa no exterior. Além de na rede interna da Empresa, o Agropensa também atua na articulação de parcerias nacionais e internacionais. Para executar a sua missão, o sistema é estruturado em três componentes descritos na Figura 9.

Esses componentes do Agropensa operam com uma abordagem de rede e promovem a interação entre as partes interessadas relevantes, no Brasil e no exterior. É importante observarmos a relação existente entre este projeto da Embrapa e os demais atores do SIA brasileiro, especialmente

Figura 9 – Componentes do Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa (Agropensa).



Fonte: Embrapa (2014).

¹⁴ Tecnologias que já são uma realidade em escala laboratorial como a bioenergia, a desconstrução/reconstrução da biomassa e a produção de proteína sintética ou a partir de células-tronco podem revolucionar o mercado agrícola global. Além dessas tecnologias dedicadas à produção e ao processamento de alimentos e/ou de matéria-prima agrícola, novas tecnologias em logística, notadamente com apoio de tecnologias de informação, têm potencial de revolucionar os mercados agrícolas (Embrapa, 2014).

no componente Observatório de tendências (Figura 9), que tem por objetivo promover a integração entre as instituições brasileiras e internacionais que atuam no domínio da P&D agrícola. O processo de planejamento estratégico da Embrapa foi reforçado nas últimas décadas e, para melhor identificar e priorizar demandas tecnológicas, foram contratadas consultorias externas de universidades – por exemplo, Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – e de empresas privadas. Além disso, a Embrapa vem treinando seu pessoal e outros participantes do SIA no uso de metodologias de planejamento estratégico.

Além das instituições públicas, as organizações privadas também identificam prioridades entre as principais áreas de investigação, a saber: a biotecnologia, os biorreatores, a reprodução animal assistida, a biotecnologia florestal, a coleta e a conservação de germoplasma, as plantas resistentes a estresses bióticos e abióticos, os organismos geneticamente modificados (OGM) e a bioprospecção (CNI, 2013). Ou seja, apesar de tanto o setor público quanto o privado desenvolverem esforços de previsão do futuro, a falta de coordenação desse processo representa uma ameaça para a sustentabilidade econômica da agricultura nacional.

O SIA brasileiro e a transferência de tecnologia. Se a pesquisa vem cumprindo relativamente bem o seu papel, o desenvolvimento e a transferência de tecnologias deixam a desejar. Apenas para exemplificar o quanto o desenvolvimento de tecnologias pode contribuir para aumentar a produção agrícola, enquanto o rendimento de milho no Ceará é da ordem de 200 kg/ha⁻¹, no Distrito Federal ele chega a 8.000 kg/ha⁻¹. Não se espera que o rendimento do Ceará chegue ao do Distrito Federal, porém essa disparidade sugere que ou o Ceará não adota plenamente a tecnologia disponível ou a cultura do milho naquele estado é inviável e, portanto, deve ser substituída por outra atividade. A segunda hipótese remete ao aumento da produção pela via da diversificação agrícola e, nesse caso, as oportunidades são ainda maiores se considerarmos as produções em áreas de fronteira agrícola, a exemplo do dendê na região Norte do país, ou novas atividades como a aquicultura ou a ocupação de áreas e/ou períodos marginais com sistemas integrados e/ou a terceira safra na região dos cerrados¹⁵.

Essa discrepância entre regiões, no que diz respeito à produtividade na agricultura, traz para a discussão a questão da transferência de tecnologia e como se efetua a adoção de tecnologias, pelos agricultores. Para o desenvolvimento tecnológico há uma corresponsabilidade entre realização da pesquisa e seus usuários, ou seja, em como realizar o processo seguinte à pesquisa, de propagar a inovação e o desenvolvimento do espaço rural (DERETI, 2009). O papel de desencadear e consolidar o compartilhamento de tecnologias geradas pela pesquisa agropecuária foi delegado ao serviço de extensão rural, composto por empresas públicas cuja criação data da década de 1940 (OLIVEIRA, 1999). Na década de 1990, com a extinção da Empresa Brasileira

¹⁵ A constituição de sistemas integrados é uma interessante vertente para aumentar a produção agrícola no Brasil; porém, dada a sua complexidade e a especialização requerida para a produção de grãos e fibras, sua aplicação se mostra limitada, principalmente na região dos cerrados. Por outro lado, essa especialização na produção de soja, algodão e na chamada segunda safra de milho tem sustentabilidade econômica frágil. Assim, são necessários investimentos e tecnologia para a produção de espécies mais adaptadas a locais que apresentem períodos com restrição climática, ampliando assim o período de utilização da terra. Citemos como exemplo a utilização de espécies mais resistentes ao estresse hídrico, como o feijão-caupi, a mamona e o cártamo, no cerrado. A diversificação da produção possibilita a ampliação da indústria de transformação, levando à geração de mais riqueza, qual a oleoquímica com a mamona e o cártamo (EMBRAPA, IMA & APROSOJA, 2014).

de Assistência Técnica e Extensão Rural (Embrater) e as consequentes modificações em muitas de suas associadas estaduais, entraram em cena de outros agentes e novos processos de disseminação das tecnologias destinadas ao setor agropecuário vêm se desenvolvendo. Nesse sentido, o SIA brasileiro, na esfera estadual, conta com as Oepas e algumas agências de extensão rural – as Empresas de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater). Para melhorar a extensão rural, em especial para os agricultores não ligados ao sistema de assistência técnica e extensão rural (Ater), em 2014 o governo federal criou a Agência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Anater), com a missão de: i) promover, estimular, coordenar e implementar programas de assistência técnica e extensão rural, visando à inovação tecnológica e à apropriação de conhecimentos científicos de natureza técnica, econômica, ambiental e social; ii) promover a integração do sistema de pesquisa agropecuária e do sistema de assistência técnica e extensão rural, fomentar o aperfeiçoamento e a geração de novas tecnologias e a sua adoção pelos produtores; iii) apoiar a utilização de tecnologias sociais e os saberes tradicionais utilizados pelos produtores rurais; iv) credenciar e acreditar entidades públicas e privadas prestadoras de serviços de assistência técnica e extensão rural; v) promover programas e ações de caráter continuado, para a qualificação dos profissionais de assistência técnica e extensão rural que contribuam para o desenvolvimento rural sustentável; vi) contratar serviços de assistência técnica e extensão rural; vii) articular-se com os órgãos públicos e entidades privadas para o cumprimento de seus objetivos; viii) colaborar com as unidades da federação na criação, implantação e operação de mecanismo com objetivos afins aos da Anater; ix) monitorar e avaliar os resultados dos prestadores de serviços de assistência técnica e extensão rural com que mantenha contratos ou convênios; x) promover a universalização dos serviços de assistência técnica e extensão rural para os agricultores familiares e os médios produtores rurais; e xi) promover a articulação prioritária com os órgãos públicos estaduais de extensão rural no intuito de compatibilizar sua atuação em cada unidade federada e ampliar a cobertura da prestação de serviços aos beneficiários (BRASIL, 2014a).

A missão da Anater é ambiciosa e necessária e, à medida que a Anater desenvolva suas atividades, são esperados ganhos de produtividade, pela sua atuação junto aos produtores familiares e pequenos produtores rurais. Com relação ao grande produtor, este tem desenvolvido mecanismos próprios para apropriação do conhecimento e seus respectivos ganhos de produtividade. Ou seja, a questão do desenvolvimento, se não resolvida, ao menos está encaminhada para os extremos dos produtores rurais (pequenos e grandes). Porém, os produtores de médio porte ainda não têm apoio suficiente. Considerando que o sucesso do médio também passa por alguma forma de associativismo à qual muitos dos produtores médios no Brasil não têm acesso, uma opção seria a institucionalização e a organização nacional dos *grupos de produtores*, como já ocorre nos estados do Paraná e de Santa Catarina.

Considerações finais

Conforme ficou caracterizado na Introdução, a agricultura brasileira é um exemplo de sucesso, que gera desafios. Além das dificuldades para a manutenção da trajetória atual, é preciso antecipar cenários. Caso não sejam tomadas medidas no sentido de prepará-la para um futuro no qual a

sustentabilidade ambiental e social, além da econômica, serão a tônica, a agricultura nacional perderá o seu protagonismo global.

Além das questões de sustentabilidade a serem enfrentadas, a agricultura cada vez mais deixará de ser uma atividade de produção, passando a ser uma atividade financeira integrada globalmente às demais cadeias de valor, ou seja: a segmentação expressa pelas etapas de produção que chamamos *antes da porteira, dentro da porteira e depois da porteira* vem sendo substituída por um contínuo produtivo em que o consumidor adquire papel relevante nas decisões que envolvem todo o processo de produção. Essa configuração é extremamente dinâmica e permeada de interesses que muitas vezes transcendem as fronteiras agrícolas e até as dos estados produtores, criando um ambiente de incerteza.

A tecnologia foi e continuará sendo um vetor fundamental para o Brasil atingir um novo patamar. Se no passado a Embrapa foi exitosa, na atualidade ela trabalha para identificar a direção em que seguirá a agricultura global. Nesse sentido, uma primeira questão diz respeito ao financiamento do SIA no Brasil, já que o modelo baseado no financiamento público dá sinais inequívocos de esgotamento. Uma grande variedade de mecanismos de financiamento pode ser utilizada, desde gastos diretos em projetos de pesquisa, incluindo parcerias público-privadas (PPP), até as mais variadas formas de incentivos fiscais e incentivos em infraestrutura para geração de conhecimentos específicos, tais como bancos de dados e laboratórios multiusuários. Porém, a legislação brasileira ainda é bastante restritiva nesse aspecto.

A experiência de diversos países, particularmente os menos desenvolvidos, indica que, caso o setor privado não considere que a legislação é adequada e/ou protege seus direitos, ele terá pouca disposição para investir em pesquisa, especialmente em pesquisa facilmente apropriável por outros agentes, como é o caso da agricultura. O documento legal mais importante, e que deveria conectar as investigações privada e pública no Brasil (2004), é a lei n. 10.973. Essa lei introduziu novos conceitos, concedeu incentivos e proporcionou a construção de um ambiente de inovação especializado e cooperativo, com participação minoritária de instituições públicas no capital das sociedades estabelecidas. Com ela também se pretendeu fornecer estímulos para a formulação de redes internacionais de P&D, bem como para o fortalecimento do empreendedorismo tecnológico e para a criação de áreas de inovação, tais como incubadoras de empresas e parques tecnológicos (BRUNALE, 2006). Apesar dessa iniciativa, a legislação brasileira faz com que seja difícil para as organizações públicas manter relacionamentos e contratos com o setor privado. Em decorrência disso, o resultado da pesquisa realizada com algum financiamento público não pode beneficiar exclusivamente uma empresa e a participação, em nossa agricultura, dos projetos de P&D agrícolas financiados conjuntamente pelos setores público e privado fica bem abaixo do seu potencial.

Quando bem-sucedidas, os resultados das atividades de pesquisa agrícola adquirem um caráter de bem público, pois mais beneficiam a sociedade do que geram retorno financeiro direto para a instituição geradora do conhecimento. No entanto, as indústrias de sementes, de fertilizantes, de insumos e de máquinas, ou seja, a *base* da agricultura, não têm motivação para integrar sua geração de conhecimento, isto é, para pesquisarem os sistemas de produção. Dada essa imperfeição do mercado, cabe ao setor público o papel de integração dos avanços tecnológicos gerados por essas

indústrias, bem como a transferência desse conhecimento para o setor produtivo¹⁶ (PESSÔA & BONACELLI, 1997).

De modo geral, apesar de no passado atuar como uma empresa de genética, a Embrapa cumpriu sua missão inicial de incorporar os cerrados e o semiárido à produção agrícola nacional e de prover o país com uma indústria de sementes e mudas que é exemplo mundial. A Embrapa ainda desenvolveu sistemas para mitigação do risco de produção, como os mapas de solos e de clima, que possibilitaram a implementação dos zoneamentos agroecológicos (ZAE). Na área de sistemas de produção, a Embrapa avançou muito na defesa sanitária, no manejo integrado de pragas, na nutrição de plantas, na fixação biológica de nitrogênio, na conservação de solos e no plantio direto. É fundamental destacar que essas ações também contribuíram para a mitigação ambiental.

Tais realizações da Embrapa foram possíveis porque ela incorporou elementos do processo de inovação como os trabalhos em rede, as articulações com o setor privado e os negócios tecnológicos. Nesse caso, a Embrapa executa alguns contratos de P&D que envolvem empresas públicas e privadas, como Monsanto, Basf, Abrasem, Dupont e Syngenta, e outros, para a produção de sementes, com organizações sem fins lucrativos, tais como Unipasto e Sul Pasto, e com fundações (Meridional, Triângulo, Cerrado, Bahia e Goiás). Apesar desses casos, a iniciativa ainda é tímida diante da necessidade do SIA. A implementação da Embrapa TEC é uma importante iniciativa, porém ainda não atende às necessidades atuais para a Embrapa manter sua excelência em inovação.

Quanto ao sistema de P&D, os projetos da Embrapa indicam que a empresa está se adequando às exigências atuais, notadamente quanto à sustentabilidade ambiental e ao uso racional dos recursos naturais. Porém, se no passado a Embrapa contou com o SPSB como elemento do processo de inovação, no presente, apesar das iniciativas, ela ainda não dispõe de mecanismos que possibilitem a implementação de *negócios tecnológicos* nas diversas áreas do conhecimento e de produtos incorporados, em seus projetos.

Caberá à Embrapa definir a trajetória mais segura em direção ao uso das tecnologias disruptivas que caracterizarão o futuro. Nesse sentido, é preciso reconhecer as mudanças de cenário: apesar do importante papel desempenhado pela Embrapa, no passado, em relação à indústria de sementes e ao melhoramento, a tendência é que o setor privado alcance maior participação na agropecuária nacional. Por sua vez, a Embrapa atuará como agente público no papel de regulador desse mercado.

O setor privado continuará trabalhando em parceria com a pesquisa pública, para troca de material genético, dada a elevada relevância do banco de germoplasma nacional, sob a coordenação de instituições públicas. Além disso, o setor privado permanecerá dominando a pesquisa de máquinas e equipamentos. A Embrapa também terá papel relevante no que diz respeito às

¹⁶ Pray e Echeverría (1991, p. 349) notam que “[...] as tecnologias químicas tipicamente têm uma vida econômica mais curta, sendo os benefícios relativamente apropriáveis pelo inovador. Nos países mais desenvolvidos os direitos dos inovadores tendem a ser mais respeitados e as tecnologias mecânicas são usualmente patenteáveis. Nos menos desenvolvidos, onde os direitos dos inovadores são frequentemente desrespeitados, as empresas privadas têm menos incentivos a investir em pesquisa e desenvolver novos produtos. No caso de tecnologias mecânicas e químicas, portanto, é comum um esforço misto público-privado nos estágios mais básicos, mas é o setor privado que desempenha a maior parte do trabalho de pesquisa aplicada.”

tecnologias disruptivas como a geotecnologia, a agricultura de precisão e a automação, e no desenvolvimento de produtos agroquímicos, alimentos para animais e vacinas.

Com relação ao setor de processamento de alimentos no Brasil, seu desenvolvimento tecnológico tem sido dominado por grandes empresas multinacionais, como a Nestlé e a Parmalat, no entanto novas empresas brasileiras estão se tornando importantes no mercado internacional, especialmente no setor da carne (caso da BR Foods, da JBS e da Marfrig Global Foods).

Além da dificuldade do SIA brasileiro em garantir as conquistas atuais e *antever* o futuro, de modo a orientar a produção agropecuária nacional no sentido da diversificação da produção e da ocupação de novas fronteiras agrícolas, é preciso uma melhor coordenação de estudos estratégicos para capturar prioridades de inovação na agricultura, pela organização do SIA. Finalmente, se as dificuldades do SIA brasileiro com a pesquisa já são grandes, a adoção de tecnologia pelos produtores é ainda mais precária e requer ações imediatas, sob pena de comprometer tanto os esforços atuais como os do futuro. São várias as possibilidades – trabalhar com a Anater, os mecanismos já adotados pelos grandes produtores e o associativismo entre os médios – que podem ser replicadas com a participação do governo federal, por meio de subvenção às operações técnicas. Porém, nenhum sistema de desenvolvimento será exitoso e, por consequência, nenhum sistema de inovação sobreviverá se não for considerada a necessidade de buscar uma aproximação entre os diversos agentes que compõem o atual *contínuo da agricultura*, com entendimento do papel crescente do consumidor.

Referências bibliográficas

- ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. *Plano Brasil Maior: relatório de acompanhamento das agendas estratégicas setoriais*. Brasília: ABDI, 2104. 123 p. Disponível em: <<http://www.brasilmaior.mdic.gov.br>>. Acesso em: 23 mar. 2015.
- ABEAS. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. *Histórico, característica e benefícios do plantio direto*. Tutor: John N. Landers. Brasília: Abeas; UNB/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2005. 113 p.
- ABRASEM. Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. *Estatísticas*. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/site/estatisticas/>>. Acesso em: 23 mar. 2015.
- ALVES, F. Políticas públicas compensatórias para a mecanização do corte de cana crua. *Ruris*, V.03, N. 01, P. 173-178, Mar. 2009.
- ALVES, E.; CONTINI, E. Tecnologia: prosperidade e pobreza no campo. In: SENRA, N. C. (Coord.) *O Censo entra em campo: o IBGE e a história dos recenseamentos agropecuários*. Rio de Janeiro: IBGE/Centro de Documentação e Disseminação de Informações, 2014. p. 205-230.
- ASENSO-OKYERE, K.; DAVIS, K. Knowledge and innovation for agricultural development.. *Ifpri Policy Brief*, Washington, v. 11, mar. 2009. 3 p.
- BARROS, G. S. C. Agricultural policy in Brazil: subsidies and investments. In: MARTHA JUNIOR, G. B.; FERREIRA FILHO, J. B. (Eds.) *Brazilian agriculture: development and changes*. Brasília: Embrapa, 2012. p. 73-102.
- BEAULIEU, C. M. G. *Dos sistemas nacionais de pesquisa agrícola aos sistemas nacionais de inovação agrícola: a inserção dos institutos nacionais de pesquisa agropecuária*. 2013. 224 f. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica)–Instituto de Geociências, Unicamp, Campinas, 2013.
- BEINTEMA, N.; AVILA, F.; FACHINI, C. *Brasil: inovações na organização e financiamento da pesquisa agropecuária pública*. Roma: Agricultural Science & Technology Indicators; Brasília: Embrapa, 2010. 7 p.
- Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015. Balanço das Atividades Estruturantes 2011*. Brasília: Secretaria Executiva do MCTI, 2012. 212 p.
- _____. Presidência da República. Casa Civil. Decreto n. 8.252, de 26 de maio de 2014. Institui o serviço social autônomo denominado Agência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Anater). *Diário Oficial da União*, Brasília, 27 maio 2014a. Seção 1, p. 1.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. *Projeções do Agronegócio: Brasil 2013/2014 a 2023/2024, projeções de longo prazo*. Brasília: Mapa/ACS, 2014b. 100 p.
- _____. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as leis n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as leis n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a medida provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 maio 2012. Seção 1, p. 1.
- _____. Lei n. 11.105, de 24 de março de 2005. Lei de Biossegurança. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados (OGM) e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança (PNB), revoga a lei n. 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a medida provisória n. 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10 e 16 da lei n. 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 mar. 2005. Seção 1, p. 1.
- _____. Lei n. 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Lei de Inovação Tecnológica. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 3 dez. 2004. Seção 1, p. 2.
- _____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n. 42, de 14 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico para Rotulagem de Alimentos Embalados. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 16 jan. 1998.
- _____. Lei n. 8.974, de 5 de Janeiro de 1995. Lei de Biossegurança. Regulamenta os incisos II e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas para o uso das técnicas de engenharia genética e liberação no meio ambiente de organismos geneticamente modificados, autoriza o Poder Executivo a criar, no âmbito da Presidência da República, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 6 jan. 1995. Seção 1, p. 337.
- _____. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Lei da Política Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2 set. 1981. Seção 1, p. 16.509.

- BRUNALE, L. (2006), Private sector participation in the Brazilian agricultural research system: case studies from cotton and dairy industries. 2006. 414 f. PhD Thesis—University of Queensland, 2006.
- BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. (Coord.) *Cadeia produtiva do algodão*. Brasília: IICA e Mapa/SPA, 2007. 108 p. (Agronegócios, v. 4.)
- CHAN, K. W.; MAUBORGNE, R. *A estratégia do oceano azul: como criar novos mercados e tornar a concorrência irrelevante*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 241 p.
- CNI. Confederação Nacional da Indústria. *Inovação em cadeias de valor de grandes empresas: 22 casos*. – Brasília : IEL, 2013. 464 p.
- DALBERTO, F. *Audiência Pública Capadr – Regulamentação da Agência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Anater)*. Brasília: Câmara dos Deputados, 29 abr. 2014. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/capadr/audiencias-publicas/audiencias-publicas-2014/audiencia-publica-29-de-abril-de-2014-consepa>>. Acesso em: 15 maio 2015.
- DERETI, R. M. Transferência e validação de tecnologias agropecuárias a partir de instituições de pesquisa. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, n. 19, p. 29-40, jan./jun. 2009.
- ELIAS NETO, J. Sistema Brasileiro de Sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, ano 7, n. 1, p. 105-111, 1985.
- EMBRAPA; Instituto Matogrossense do Algodão (IMA); Associação dos Produtores de Soja e Milho no Brasil (APROSOJA). *Desafios e oportunidades nas culturas sazonais do cerrado*. Relatório final. Brasília: Embrapa, 2014. 54 p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *V Plano Diretor da Embrapa 2008-2011-2023*. Brasília: Embrapa, 2008. 43 p.
- _____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária *Visão 2014-2034: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira*. Brasília: Embrapa, 2014. 194 p.
- _____. Secretaria de Comunicação. *Embrapa em números*. Brasília: Embrapa, 2015a. 138 p.
- _____. *Projetos*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/projetos>>. Acesso em: 23 mar. 2015b.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Faostat*. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 23 mar. 2015.
- FUCK, M. P.; BONACELLI, M. B. O contexto da organização da ciência, tecnologia e inovação: evolução histórica e perspectivas futuras para o melhoramento genético vegetal no Brasil. *Desenvolvimento em Debate*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 73-89, maio/ago. 2011.
- FRANÇA-NETO, J. B.; OLIVEIRA, M. J. A pesquisa em tecnologia de sementes no Brasil: evolução e perspectivas. *Scientia Agricola*, São Paulo, v.55, p.8-18, 1998.
- FREITAS, P.L.; LANDERS, J.N. The transformation of agriculture in Brazil through development and adoption of zero tillage conservation agriculture. *International Soil and Water Conservation Research*, [S. l.], v.2, n.1, p. 35-46, 2014.
- FUNDAÇÃO MT. *História*. Disponível em: <<http://www.fundacaomt.com.br/institucional/historia.php>>. Acesso em: 23 mar. 2015.
- GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; VALDES, C.; BACCHI, M. R. P. Produtividade da agricultura brasileira e os efeitos de algumas políticas. *Revista de Política Agrícola*, Brasília, DF, ano 21, n. 3, p. 83-92, jul./set. 2012.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra): banco de dados agregados*. 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 2 abr. 2015.
- KLINE, S.J.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: LANDAU, R.; ROSENBERG, N. (Eds.) *The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth*. Washington D.C.: National Academy Press, 1986. p. 275-304.
- LOPES, M.A. *Sistema de Inovação na Agropecuária: Brasil*. Brasília: Embrapa. Apresentação realizada no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento em 27 de Março de 2015.
- MIYASAKA, S. (Ed.) *A soja no Brasil central*. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 3-22.
- NEVES, M. F. (Coord.) *O retrato da citricultura brasileira*. Ribeirão Preto: Markestrat, 2010. 136 p.
- OCDE. Organization for Economic Co-operation and Development. *Oecdscience, technology and industry outlook 2014*. Paris: Ocde Publishing, 2014. 476 p.
- OLIVEIRA, M. M. As circunstâncias da criação da extensão rural no Brasil. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, DF, v. 16, n. 2, p. 97-134, 1999.

- PESSÔA, E. G. da S. de P.; BONACELLI, M. B. O contexto da organização da ciência, tecnologia e inovação: evolução histórica e perspectivas futuras para o melhoramento genético vegetal no Brasil. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 14, n. 1, p. 9-56, 1997.
- PRAY, C. E.; ECHEVERRÍA, R. G. Private sector agricultural research in less-developed countries. In: PARDEY, P. G.; ROSEBOOM, J.; ANDERSON, J. R. (Eds.) *Agricultural research policy: international quantitative perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. p. 343-364.
- QUIRINO, T. R.; LUIZ, A. J. B.; DIAS, E. C. Tecnologias agropecuárias e impacto ambiental: uma agenda para pesquisa. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 16, n. 2, p. 69-96, 1999.
- SALLES-FILHO, S. M. *Ciência, tecnologia e inovação: a reorganização da pesquisa pública no Brasil*. Campinas: Editora Komedi, 2000. 416p.
- TDACA. Trade and Agriculture Directorate Committee for Agriculture. Innovation for agriculture productivity and sustainability: review of Brazilian policies. In: OECD CONFERENCE CENTRE, 2014, Paris. *Proceedings...* Paris: Tdaca, 2014.
- THE ECONOMIST. And man made life. *The Economist*, [S. l.], 20 maio 2010.

