

# A trilha da quinta potência: um primeiro ensaio sobre ciência e inovação, agricultura e instrumentação agropecuárias brasileiras

**SILVIO CRESTANA**

Pesquisador, Doutor, Embrapa Instrumentação São Carlos-SP  
crestana@cnpdia.embrapa.br

**EDILSON PEPINO FRAGALLE**

Analista, Mestre, Embrapa Instrumentação São Carlos-SP  
fragalle@cnpdia.embrapa.br

## Resumo

Há soluções no horizonte, do ponto de vista da Ciência e Inovação? E o Brasil – novo player global – como se posiciona? Como parte do problema ou da solução? Educação e inovação constituem ingredientes essenciais para o Brasil se consolidar como potência global – há fortes expectativas de que o País se transforme na quinta maior economia mundial nos próximos anos. O solo, a hidrologia, o meio ambiente e as mudanças climáticas globais ligadas à Instrumentação Agropecuária são fundamentais neste novo cenário e podem alavancar o crescimento com sustentabilidade econômica, social e ambiental. Convidamos o leitor a refletir sobre os fatores que contribuíram para que chegássemos ao estágio atual e quais os próximos passos a se trilhar. Para maior clareza, desenvolvemos o presente artigo em quatro partes, conforme se apresentam a seguir. A trilha da quinta potência passa pela Educação, Ciência, Tecnologia & Inovação – razão de ser da Embrapa, do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (que envolve as organizações estaduais de pesquisa agropecuária) e universidades – e pelo avanço da fronteira do conhecimento – razão de ser da Embrapa Instrumentação. Uma consequência desta constatação é a oportunidade de se estabelecer maior cooperação entre tais atores e instituições. O desafio exige ousadia, criatividade e qualificação aliadas ao espírito empreendedor para que as próximas gerações tenham em seu DNA, as marcas da sustentabilidade.

Palavras-chave: agricultura tropical; educação; inovação; instrumentação agrícola; sustentabilidade

## *The trail to the fifth power: the first essay on science and innovation and the mechanics of Brazilian agriculture*

### Abstract

*Are there solutions on the horizon from the perspective of science and innovation? And Brazil – a new global player – how is it positioned? As part of the problem or the solution? Education and innovation are essential ingredients for Brazil to consolidate itself as a global power; there are strong expectations that the country will become the fifth largest economy in the coming years. The soil, hydrology, environment and global climate change linked to agricultural instrumentation are essential in this new scenario and can leverage growth with economic, social and ambiental. We invite the reader to reflect on the factors that have contributed to us reaching the current stage, and what the next steps will be. For clarity, we have developed this paper in four parts, as presented below. The trail passes through the fifth power of Education, Science, Technology & Innovation – the reason for Embrapa, the National Agricultural Research System (involving the state agricultural research organizations) and universities – and to advance the frontier of knowledge-ratio be Embrapa Instrumentation. One consequence of this finding is the opportunity to establish greater cooperation between these actors and institutions. The challenge requires courage, creativity and skill, combined with the entrepreneurial spirit so that subsequent generations have sustainability in the DNA.*

Keywords: tropical agriculture; education; innovation; agricultural instrumentation; sustainability

A primeira década do século XXI foi marcada pela inserção do Brasil como *player* no cenário internacional, mudando a visão predominante que o mundo tinha a nosso respeito. Tal visão nos remetia a um país subdesenvolvido, de economia estável e sistema de governo frágil. Com a educação e a inovação, o Brasil está se consolidando como nação soberana, na medida em que já resolveu os problemas básicos de Segurança Alimentar e Segurança Energética e caminha para resolver o de Segurança Territorial – incluindo-se aí a Segurança Ambiental – e o da miséria e da pobreza.

Hoje o Brasil é visto como “a bola da vez” em diversos segmentos, já é encarado como economia emergente em desenvolvimento e com o sistema democrático consolidado, inclusive, sendo utilizado como modelo por muitas nações. Podemos apontar alguns segmentos nos quais somos vanguarda, tais como a agricultura tropical, a prospecção de petróleo em águas profundas, a produção de aviões executivos, a produção de energia limpa e renovável, entre outros.

Ao avaliarmos esses exemplos, percebemos que todos estão intimamente ligados ao trabalho de empresas

estatais e privadas, sobretudo de empresas que investiram e ainda hoje investem em Educação, que promoveram e promovem a Inovação Tecnológica e Institucional no mais alto nível.

Por outro lado, quando analisamos o contexto mundial, constatamos a existência de alguns novos e velhos problemas. A fome e a miséria não só permanecem, mas se agravam em escala global, conforme os últimos relatórios da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Mais recentemente, dois outros se juntaram a este, na mesma escala: o da ausência de governança mundial e do meio ambiente. Acordos multilaterais e metas deixam de ser cumpridos. Em geral, os fóruns mundiais e as organizações não chegam a acordos ou tampouco conseguem exercer o papel de arbitragem deles esperado. E quando chegam (raras vezes chega-se a acordos multilaterais) deixam de ser implementados. Não faltam exemplos: Kyoto, Doha, *Climate Change Conference* (COP) – 15 e 16, Metas do Milênio (ONU-FAO), inoperância do Conselho de Segurança da ONU em arbitrar conflitos, enormes dificuldades do Fundo Monetário Internacional (FMI), Banco Mundial, entre outros, em lidar com a recente crise financeira mundial.

Quanto ao meio ambiente, é a primeira vez, em nossa civilização, que os prejuízos causados a ele apresentam à espécie humana, em escala global, graves ameaças. Fica evidente a conectividade e a interdependência entre eventos locais e globais e a constatação de que os recursos naturais são finitos. E, mais que isso, a capacidade de resposta do planeta (biocapacidade) às crescentes demandas antrópicas demonstra que já atingimos limites críticos no que concerne à conservação da biodiversidade, aos recursos hídricos, às emissões de gases, à erosão, entre outros. Mudanças climáticas, “pegada ecológica”, inteligência ecológica, segurança ambiental são algumas designações que concretizam o repertório de problemas e preocupações ambientais que nos assolam em escala global.

Desenvolvemos o presente artigo em quatro partes de maneira a conduzir o leitor a uma reflexão a respeito dos fatores que contribuíram para que o Brasil chegasse ao estágio atual – de *player* global – e quais os próximos passos a serem trilhados.

## 1 Desafios do Brasil potência passam pelo conhecimento

Nesta sessão apresentamos parte da discussão e dos relatos elaborados em 2010, durante a realização da IV Conferência Nacional de C, T & I (CONFERÊNCIA NACIONAL... 2010a, 2010b; CONSOLIDAÇÃO... 2010; CRESTANA, 2010a, b, c).

Nos próximos anos, há fortes expectativas de que o Brasil se transforme na quinta maior economia mundial, destacando-se como potência econômica global. Alie-se ao fato de que, pela primeira vez em sua história, a população brasileira será majoritariamente jovem, portanto apta a integrar o mercado de trabalho e engrossar as fileiras das forças economicamente ativas de nossa sociedade durante os próximos 30-40 anos. Obviamente, isso trará novos

desafios do ponto de vista da educação, da qualificação profissional, dos empregos e ainda, concomitantemente, da crescente população que envelhecerá.

Do ponto de vista dos desafios e das oportunidades, o Brasil já é potência mundial em agricultura (líder em produção de alimentos, fibras, energia e produção de conhecimentos em agricultura tropical), ambiente (maior biodiversidade tropical e maior reserva de água líquida, em superfície do planeta), energia limpa e renovável (com quase 50%, constitui a maior matriz energética limpa e renovável do mundo). Além disso, com o pré-sal, nas próximas décadas, deverá transformar-se em potência petrolífera global (quinto ou sexto maior produtor de petróleo do mundo).

Na sua história de desenvolvimento, será a primeira vez que o Brasil terá que enfrentar os cinco desafios de potência em escala global, de uma só vez. Portanto, não será um único desafio, mas cinco, simultaneamente. E todos dependentes entre si, ou seja, um desafio elevado à quinta potência!

Hoje, os interesses dos diferentes segmentos, como o rural, o urbano, o ambiental, o da energia renovável e o da energia fóssil estão postados como antagonísticos, dicotômicos, aparentemente não conciliáveis, com interesses setoriais sobrepujando os interesses maiores da nação e da sociedade. Vide toda polêmica em torno do novo Código Florestal ou a partilha, pelos estados, de possíveis benefícios a serem futuramente auferidos pela exploração do pré-sal.

A harmonização de interesses econômicos, sociais, ambientais e regionais – incluindo a inserção soberana do Brasil no concerto das nações – exigirá a presença do Estado brasileiro estabelecendo políticas públicas e buscando exercer seu papel de articulação, negociação e arbitragem. Em outras palavras, significa dizer que se faz necessário e urgente encontrar um “denominador comum” que viabilize o nosso desenvolvimento, não só a curto prazo e a qualquer custo, mas que o desenvolvimento também possa perenizar-se a médio e longo prazos, em bases sólidas e sustentáveis.

Na sociedade do conhecimento que vivemos não sobram alternativas no caminho do progresso e do desenvolvimento sustentável que não seja a trilha das decisões baseadas em conhecimento, ciência, tecnologia e inovação. E nada disso se consegue sem educação. O que nos imputa o desafio de caminhar apressadamente para nos transformarmos, nas próximas duas décadas, em uma potência global em Educação e Ciência, Tecnologia & Inovação (C, T & I). Portanto, vencer esse desafio passa a ser condição *sine qua non* para superarmos os cinco desafios de potência global: econômico, agrícola, ambiental, de produção de energia renovável e de produção petrolífera. O que, efetivamente, nos impõe, como nação, o enfrentamento de seis desafios em escala global.

### 1.1 Inovação endógena e desenvolvimento

A inovação é essencialmente de natureza endógena quando se pretende utilizá-la como alavanca para o desenvolvimento de um país. No caso dos países em

desenvolvimento, os desafios de “Sísifo para o século XXI” e do “Vale da Morte” estão situados, expostos e precisam ser superados: as redes de pesquisa e inovação são quase totalmente dependentes do exterior; e a Ciência & Tecnologia estão desvinculadas da inovação e da produção e, portanto, das empresas e do parque industrial.

Embora o Brasil apresente grandes limitações em inovação com dimensão “endógena”, os exemplos fornecidos pela Petrobras, Empresa Brasileira de Compressores S.A. (Embraco), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) e Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) são altamente significativos, conforme apresentação durante a IV Conferência Nacional da Ciência, Tecnologia e Inovação (CRESTANA, 2010a; 2010b; 2010c).

Ter resolvido o problema brasileiro da autossuficiência do petróleo, que gerou o desenvolvimento de conhecimento e inovação para a exploração em águas profundas, contribuiu significativamente para nossa segurança energética e, conseqüentemente, para a economia de valiosas divisas com importação. E, com o pré-sal, potencialmente seremos grandes exportadores de petróleo, trazendo divisas ao invés de despender nossas reservas ou contrair empréstimos para poder importar.

Também foram criadas políticas e executadas ações com vistas a resolver o problema da produção de alimentos e da carestia nacional, a fim de garantir nossa segurança alimentar. Uma nova agricultura foi criada, a dos trópicos, a partir do conhecimento dos biomas. A transformação dos Cerrados em celeiro agrícola, a criação de novas raças, cultivares, máquinas e implementos, biocombustíveis e sistemas de produção são exemplos concretos de inovação endógena.

De importador passamos a exportador, não só assegurando nossa segurança alimentar, mas duplamente contribuindo com a balança comercial – principal responsável pelo nosso superávit da balança de pagamentos. Sem contar que a produção de energia limpa e renovável, como a do etanol, tem implicações positivas sob o ponto de vista ambiental e contribui significativamente para nossa autossuficiência em petróleo.

A liderança internacional da Embraco em compressores, da Fiocruz em vacinas e doenças negligenciadas, assim como do Inmetro em metrologia contribuem para complementar nossa experiência em lidar com a inovação em terras brasileiras e em avaliar nossa competitividade e antever o desafio do quanto ainda teremos que fazer como País, vislumbrando nossos pontos fortes e fracos.

Constata-se, portanto, que inovar é preciso e que inovação se faz com a indústria, com o setor produtivo. Recomenda-se criar a cultura desejável e necessária da inovação, além da Ciência & Tecnologia, ênfase que rendeu sucesso recente e reposicionou o Brasil no plano nacional e internacional, com a 13ª posição no *ranking* dos países que mais publicam.

É com a mesma motivação, sem abandonar o que está dando certo, que se espera que o País enfrente os desafios, desta vez, concatenado para vencer o *gap* da inovação.

E o parâmetro de observação para tais fatos deve ser não só o esforço que estamos fazendo, mas, principalmente, o esforço que os outros países, nossos competidores, estão fazendo” e os resultados que estão obtendo. Uma providência, decorrente dessa constatação, seria criar um “observatório da inovação” para comparar – com a constância devida – nossa situação em relação aos demais países, tendo-se por base o quanto competitivos somos na arena internacional.

## 1.2 Ação e Legislação

Desde 2004, o Brasil criou, no âmbito da inovação, importantes marcos regulatórios, bem como programas, e tomou outras iniciativas, entre as quais podemos selecionar:

1. Leis da inovação, informática, biossegurança, “lei do bem”<sup>1</sup>.
2. Regulamentação do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), novo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), projeto pró-empresa (Microempresas), criação da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial no Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC).
3. Isenção fiscal para financiamento de pesquisas em Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs).
4. Subvenções à Inovação nas empresas (Ministério da Ciência e Tecnologia).
5. Programa de Aceleração do Crescimento – PAC (MCT, 2007 – 2010).

No entanto, as parcerias público-privadas em inovação não aconteceram com a intensidade e ritmo que se esperava. Podemos citar como exemplo as Empresas de Propósito Específico que não foram criadas. Novos arranjos nacionais e internacionais, em áreas estratégicas do desenvolvimento nacional, envolvendo Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs) e empresas privadas também não se materializaram.

## 1.3 Inovação e Política Industrial

A Embraco é um ótimo exemplo de inovação no setor privado com atuação internacional. No entanto, a Embraco não é mais uma empresa nacional de dimensão internacional (foi adquirida pela *Whirlpool*), embora mantenha sua sede e parte de sua estrutura de desenvolvimento e inovação no Brasil. Por razões de competitividade ou por decisões gerenciais de interesse da matriz, poderá decidir (espera-se que não!) deixar o país.

Como fica nossa política industrial e de inovação? Há mecanismos (ou deve haver mecanismos) de proteção às grandes empresas nacionais ou estas ficam completamente à mercê dos interesses e flutuações do mercado global? Como diminuir o risco? Como ficam as Embracos do futuro? Quais os mecanismos para manter o *P, D & I* das empresas multinacionais brasileiras aqui e, com isso, alavancá-las em sua competitividade?

Os modelos de Cingapura, Israel e Irlanda, dentre outros, poderiam servir de referência? Sabe-se que uma das estratégias de mercado empregada pelas empresas é o *take over*, ou seja, as empresas acumulam inovação via compra de outra empresa inovadora. Recentemente, o país se deparou com a compra das empresas de inovação *Canaviallis* e *Allelyx*, do grupo Votorantim, pela Monsanto. Aparentemente, somente o mercado “deu as cartas”. Resta questionar se o Estado brasileiro deveria ter exercido algum papel e aproveitado o interesse comercial para algum tipo de negociação.

#### 1.4 Inovação Institucional: uma necessidade

O Inmetro e a Embrapa são ótimos exemplos de inovação, pesquisa e prestação de serviços, mas limitados às restrições da legislação pública. Atuam em setores dinâmicos, inovadores e estratégicos para o país e o mundo. Os negócios são vultosos, de bilhões de dólares. A Fiocruz, assim como alguns outros bons exemplos, poderia ser incluída no mesmo rol.

É evidente a necessidade de inovação institucional a ser construída pelo Estado brasileiro e que redunde em estruturas mais ágeis e flexíveis, jurídica e comercialmente, voltadas para parcerias público-privadas em inovação e gestão de negócios.

Melhor regulamentação/desregulamentação da Lei de Inovação e outros marcos legais, é um caminho. E assim também, conseqüentemente, maior inserção das ICTs e outros arranjos institucionais públicos no setor produtivo, visando a parcerias estratégicas, nacionais e internacionais, de grande impacto comercial.

Aproveitando oportunidades junto aos países desenvolvidos, mas também daqueles em desenvolvimento, em especial, dos BRICS – Brasil, Rússia, Índia e China – e outros países da América Latina, África e Ásia. Uma das metas seria gerar empresas “*spin-offs*”<sup>2</sup> e, possivelmente, “*start-ups*”<sup>3</sup>, implementando parcerias no desenvolvimento e/ou como beneficiárias de processos de transferência de tecnologia, inovação e conhecimento.

#### 1.5 Dupla dimensão

Há necessidade de se levar em conta e avaliar os impactos contraditórios, considerando-se que, na era do conhecimento, a ciência e a inovação estão no coração do desenvolvimento:

1. A distribuição de recursos para a produção de conhecimentos é desigual, assimétrica, concentrando ainda mais as diferenças no mundo.
2. Na relação das ICTs com as grandes empresas, o conhecimento é considerado um ativo legalmente monopolizável.
3. As dimensões do conhecimento sensível, que serve para uso civil e militar, subordinado à política de transferência de tecnologia, e que limita e separa o acesso dos países ao conhecimento.

Dessa forma, é preciso considerar o acesso ao conhecimento e à inovação. Aparentemente, há uma linha delimitando os dois. Como fica a liberdade de acesso sob uma economia do conhecimento em que o mesmo seja ativo de competição entre empresas e nações? Em que o desenvolvimento tecnológico traduz-se em necessidade econômica?

Ainda, em contraposição à ideia da proteção intelectual, deve-se atentar ao conceito e à prática de *open innovation*<sup>4</sup>, que muitas empresas adotam para que se mantenham competitivas. Cooperação e competição muitas vezes convivem no mundo empresarial. Parcerias estratégicas que resultam em novos arranjos institucionais já são praticadas.

Outro aspecto essencial é o da necessidade de se considerar a dupla dimensionalidade do conhecimento, ou seja, suas dimensões explícita e tácita, uma vez que nas corporações e nos negócios o conhecimento, ativo principal das empresas, é expresso como elemento tácito, estratégico e não revelado (por exemplo, segredo industrial), nem sempre expresso na forma codificada (explícita).

A recente crise financeira mundial levou a uma diminuição do dinamismo econômico que depende de inovação. Esse fato pode se constituir em uma vantagem para os países mais atrasados no sentido de queimarem etapas, redesenhando a geografia, com multipolarização na produção de riqueza, gerando nova distribuição de participação no Produto Interno Bruto (PIB) mundial. Um dos indicadores é de que a China deverá superar os EUA na produção de artigos, por volta de 2015, a continuar a atual tendência. Já é a segunda maior economia (recentemente superou o Japão) e há previsões idôneas de que poderá ultrapassar os EUA, por volta de 2025, tornando-se a maior economia mundial.

Quanto à política externa, cabem duas observações: ela será cada vez mais importante na agenda do país e faz parte da tradição brasileira praticar forte cooperação externa com os EUA e outros países desenvolvidos, principalmente do Velho Mundo. No entanto, ao mesmo tempo que ela precisa ser continuada, essa política precisa também ser ampliada e disseminada para outros parceiros estratégicos, a exemplo dos emergentes e dos países do grupo BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China), na nova geografia da ciência e inovação global.

Por último, convém lembrar que a inovação, como parte da atividade humana, serve a distintos interesses e fins, conforme quem a financia e a desenvolve. Do ponto de vista empresarial, uma empresa busca inovação para aumentar sua competitividade no mercado e com isso aumentar sua vantagem competitiva em relação à concorrência. E aqui, claramente, o objetivo constitui-se em transformar conhecimento em dinheiro e riqueza ou, de outro modo, radicalizando o limite, nem sempre explícito, conseguir tirar o concorrente do mercado. E, na pior das hipóteses, o objetivo é posicionar-se estrategicamente para permanecer no mercado.

O Estado busca a inovação para estrategicamente melhorar sua posição externa, junto a outros países ou para melhorar o ambiente interno através de políticas públicas

que contribuam para o desenvolvimento e o bem estar e, ainda, para estabelecer a “cultura da inovação”. No caso da Ciência e Tecnologia, a inovação contribui para gerar mais Pesquisa & Desenvolvimento (P & D) nas instituições públicas e privadas, ou seja, transformar dinheiro em conhecimento. E, assim, completar o círculo virtuoso da produção de conhecimento e sua apropriação pela empresa e sociedade gerando mais inovação, riqueza e bem-estar.

Nos dias de hoje, as decisões locais podem gerar impactos globais. Em escala global e local, é preciso lidar com a incerteza do crescimento da população e a pressão pelo alimento, energia e situação financeira, assim como com a pobreza, com as desigualdades e com a emergência de crises. Na sociedade do conhecimento, da informatização e da comunicação cibernética e em tempos de globalização, a capacidade de decisão política, praticamente em tempo real, é cada vez mais importante. E, cada vez mais, é necessária a participação de todos. Participação protagonizada pelo Estado, conjunta e simultaneamente com e pela sociedade civil.

Cada vez mais, espera-se que o conhecimento contribua para tornar as sociedades mais sábias. Deve-se usar o poder da ciência nas políticas transversais e estruturais para dar poder à sociedade. É preciso ter a visão e construir o modelo para mobilizar a energia social da sociedade. Para efeito de exemplificação, vale lembrar que decisões sobre formação de recursos humanos são cruciais para uma dada comunidade.

O acelerado progresso brasileiro no campo da Ciência e Tecnologia (C & T), baseado no ensino superior, na pós-graduação e nas políticas de estímulo que redundaram em aumento do número de publicações, é um caso que precisa ser mais bem compreendido e explorado.

As mudanças nos processos de decisão implicam que:

1. A interface de Ciência e Política precisa ser reforçada, melhorando a articulação entre C, T & I e o processo de desenvolvimento, o nível de competência em C, T & I para decisões de governança, assim como a comunicação entre cientistas e tomadores de decisão.
2. A interface de ciência, políticas públicas e sociedade deve considerar as preocupações éticas, a natureza pública do debate científico, a demanda do ente público por maior participação no processo de decisão de C, T & I, a emergência de cidadania global associada a assuntos transfronteiriços, como mudanças climáticas e ambiente, dentre outros.

Nesta nova visão, a C & T deve mobilizar, através da inovação, a energia social necessária para o desenvolvimento sustentável das sociedades. Assim, a C, T & I devem ser utilizadas para estabelecer políticas e prioridades, principalmente porque os interesses nacionais e internacionais nem sempre são conciliáveis, assim como ocorre com os investimentos públicos e privados. Os desafios são múltiplos:

- mobilizar a ciência para a construção de políticas públicas e vice-versa;
- responder às novas demandas ambientais das sociedades, que exigem integração nacional e supranacional;

- entender e realizar a gestão da complexidade, integrando no processo de decisão o pensamento sobre o futuro, o pensamento sistêmico e não linear;
- aumentar a coordenação entre políticas inovadoras e setoriais em resposta aos complexos desafios gerados pelas mudanças socio-econômicas globais;
- encontrar um balanço apropriado entre o financiamento público e privado em P & D;
- conviver com a carência de recursos humanos em ciência, ampliar a participação das mulheres e minorias na ciência;
- estabelecer melhores conexões entre sistemas de conhecimento tradicionais e científicos;
- garantir o fluxo livre e a troca de informação científica, inclusive aquela relacionada ao conhecimento tradicional;
- envolver um grande número de parceiros, criando um processo participativo com todos os múltiplos atores (*stake-holders*<sup>5</sup>) para tomada de decisões em Ciência.

No plano internacional, o desafio é colaborar para construir uma visão comum, como, por exemplo, de bens públicos, com uma abordagem de Ciência não só para o Brasil. E, finalmente, considerar investimentos a longo prazo e levar em conta as diferenças entre redes e projetos de excelência e emergência.

## 2 Principais macrodesafios da agricultura brasileira

Esta segunda parte traz as principais conclusões e propostas apresentadas pela Associação Brasileira de Agribusiness (ABAG) e Conselho Superior do Agronegócio da FIESP (PROPOSTAS..., 2010) aos candidatos à Presidência da República, em 2010, assim como alguns desafios que enfrenta a agricultura familiar.

A agricultura é aqui vista como parte da atividade humana responsável pela produção de alimentos, fibras e bioenergia. No caso brasileiro, além de suprir a demanda interna, garantindo segurança alimentar, a agricultura familiar tem crescente papel relevante em garantir a segurança energética, principalmente através de fontes limpas e renováveis, a exemplo do etanol e biodiesel.

O Brasil também se destaca hoje, no cenário mundial, como celeiro da produção agrícola, já atingindo a marca de terceiro maior exportador, atrás somente dos EUA e da União Europeia. Para o Brasil, uma das consequências mais relevantes em ser exportador é a geração de divisas e de empregos, como o setor que lidera a contribuição para o saldo positivo de nossa balança comercial.

Faz-se relevante destacar, hoje reconhecida mundialmente, a geração da segunda colheita mundial, obtida a partir de ecossistemas tropicais, que temos denominado de agricultura dos trópicos ou simplesmente agricultura tropical.

Em 2010, a Associação Brasileira do Agronegócio (ABAG) e o Conselho Superior do Agronegócio da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) elaboraram uma proposta de agenda para o Governo Federal, ainda durante a campanha eleitoral para a Presidência da

República. A proposta para a agricultura está alicerçada em seis pilares:

1. Garantia de renda para o agricultor.
2. Infraestrutura e logística.
3. Comércio exterior.
4. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.
5. Defesa Agropecuária.
6. Institucionalidade do poder público.



Foto: Marcelo Mikio Hanashiro

Figura 1 – A agricultura tropical projetou o Brasil no cenário mundial

O investimento nessas áreas é fundamental para o Brasil continuar com sua posição de destaque e ainda almejar crescimento no cenário internacional, especialmente após os recentes relatórios com projeções de cenários quanto à demanda mundial por alimentos, organizados pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e governo britânico. Eles destacam o Brasil como o principal país para suprir a referida demanda dos próximos 10 anos, que deverá crescer 20%, principalmente, para atender ao crescimento da população e da renda per capita nos países emergentes. A ampliação da oferta deverá vir de várias regiões. A União Europeia contribuirá com crescimento de 4%; a Austrália, com 7%, os Estados Unidos e Canadá, com no máximo de 15%; a Rússia, a China, a Índia e a Ucrânia, com algo em torno de 27%. A maior parte da contribuição deverá vir do Brasil, com 40 % do aumento na produção.



Foto: Valentim Monzane

Figura 2 – A Fossa Séptica Biodigestora, desenvolvida pela Embrapa Instrumentação, é importante aliada na preservação ambiental e de fácil acesso para agricultores familiares

Temos que encarar ainda o combate à inflação e à pobreza – meta da presidente Dilma Rousseff –, pois existe dependência de preço das principais *commodities* agrícolas e tendência de alta nos mercados mundiais. Aliados a este desafio, estão na pauta de discussão importantes questões, como a aprovação do Código Florestal pelo Congresso Nacional, assim como a aquisição de terras por estrangeiros.

Faz-se necessário salientar ainda o fato de o Brasil ter se tornado o maior usuário mundial (em valores) de pesticidas, contrastando com o duplo fato de deter a maior biodiversidade tropical e as maiores reservas hídricas de superfície (água líquida) do planeta.

Não podemos deixar de enfatizar a importância do segmento de agricultores familiares, que representa 10% do PIB e cerca de 76% da mão de obra no meio rural brasileiro, segundo dados do último Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A agricultura familiar e o Bolsa Família são pilares do programa de erradicação da miséria.

O próximo desafio é garantir o acesso de dois milhões de agricultores familiares ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), desenvolvido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Políticas de apoio à produção e à comercialização produtiva da agricultura familiar são essenciais para impulsionar o desenvolvimento social e econômico dos trabalhadores do campo e dos municípios onde vivem.

### 3 Instrumentação Agropecuária

Nesta terceira parte, pela sua atualidade, apresentamos algumas reflexões e previsões mostradas durante o I SIAGRO (Simpósio de Instrumentação Agropecuária), realizado em 1996 (SIMPÓSIO NACIONAL..., 1997 e CRESTANA, 1997) e um conjunto de demandas prospectadas pela Embrapa Instrumentação, durante o processo de elaboração de seu IV Plano Diretor ocorrido em 2008. Destacam-se também as prospecções realizadas pelo projeto Rede de Inovação e Prospecção Tecnológica para o Agronegócio (RIPA) – trabalho desenvolvido nas cinco regiões brasileiras sob a coordenação da Embrapa Instrumentação e do Instituto de Estudos Avançados da USP/Campus São Carlos – como subsídio ao V Plano Diretor da Embrapa (RIPA, 2010).

O já mencionado esforço para aumentar a produção de alimentos é necessário para que o Brasil possa atender não somente ao País, mas ao mundo no qual há, atualmente, segundo dados da FAO, quase um bilhão de pessoas (um sétimo da população mundial) subnutridas. Nesse cenário, a ciência, em especial a pesquisa agropecuária, pode contribuir para obter respostas mais justas sob os pontos de vista social, econômico e ambiental.

A aplicação da Instrumentação pode auxiliar a incrementação da produtividade, da qualidade e da eficiência na conservação dos alimentos, ao mesmo tempo em que busca a conservação e preservação dos recursos naturais. Esta é uma área na qual a Embrapa tem se debruçado desde a primeira metade da década de 80 do século anterior e hoje já apresenta resultados e contribuições de extrema importância para a agricultura e o manejo de ecossistemas tropicais.

É o caso do avanço da fronteira do conhecimento em áreas como a automação e controle, robótica, nanotecnologia, agricultura de precisão, pós-colheita, agroenergia, ciência do solo, meio ambiente e mudanças climáticas. Incluem-se, ainda, a construção de equipamentos e sensores, além da elaboração e aplicação de métodos, modelos e sistemas avançados. Vale ressaltar que a Embrapa Instrumentação tem atuado em diversas frentes e projetos nos grandes desafios nacionais, além de liderar redes nacionais de pesquisa em Nanotecnologia e Agricultura de Precisão, bem como uma rede na área de Caracterização, Aproveitamento e Geração de Novos Produtos de Resíduos Agrícolas, Agroindustriais e Urbanos na área de resíduos.

Conforme representado na Figura 3, se lembrarmos do início, desde a idade das cavernas, da idade da pedra e da madeira, o homem se distinguiu rapidamente dos demais habitantes da terra pelo fato de aprender a usar um pedaço de madeira ou de pedra para se defender ou para colher um fruto em uma árvore mais elevada sem precisar subir nela.

Esse é um primeiro exemplo de instrumentação, quer dizer, é o homem apoderando-se de um pedaço de madeira ou algo semelhante para construir um equipamento e assim melhorar sua performance. Outro grande período de avanço ocorreu com o aparecimento do ferro e dos metais, quando o homem começou a fazer instrumentos, ferramentas e implementos mais rígidos, com maior durabilidade e agregando uma série de características próprias desses metais.

Outro grande avanço veio com o uso da tração animal, ocasião em que se começou a utilizar animais domesticados para fazer a diferença, além da própria força física individual ou de um grupo de homens. Em outras palavras, a força mecânica produzida pelos animais somada ao uso

de mais eficientes implementos auxiliando a produção agrícola.

A partir de então, inicia-se a fase da revolução industrial. Neste período, há uma grande variação no progresso dos acontecimentos, o que levou, inclusive, à chamada Revolução Verde. Neste período, a característica mais notável na agricultura foi o uso intensivo de máquinas e de implementos agrícolas, baseados agora no motor, também na química, basta ver os insumos, os corretivos, fertilizantes e defensivos e o melhoramento genético, com o aparecimento de novas variedades, novos processos de cultivo e assim por diante. A revolução verde contrariou as previsões catastróficas geradas pela teoria Malthusiana, cenário esse em que o homem sofreria grave e prolongada escassez de alimentos, fruto do descompasso entre crescimento populacional e produção de alimentos.

Esta é uma grande evidência do papel e da capacidade da C, T & I para produzir em larga escala e mudar paradigmas. Na verdade, o que ocorreu foi o inverso disto, quando o mundo foi capaz de gerar abundância de alimentos, pelo menos em alguns países. Sem dúvida, permanece o grande problema de distribuição de alimentos, pois nem todos os habitantes têm acesso a eles, mas, do ponto de vista da produção total, é possível adequadamente alimentar toda a humanidade. Cabe lembrar aqui o papel cada vez mais importante dos países tropicais, liderados pelo Brasil, que contribuem anualmente com uma nova safra agrícola, tornando-se, na última década, o fiel da balança quanto ao suprimento dos estoques mundiais. Uma verdadeira revolução silenciosa baseada em C, T & I e em manejo de ecossistemas tropicais.

Nestas últimas décadas, tem havido um grande questionamento, principalmente nos países desenvolvidos, quanto à questão da Revolução Verde. É possível produzir,

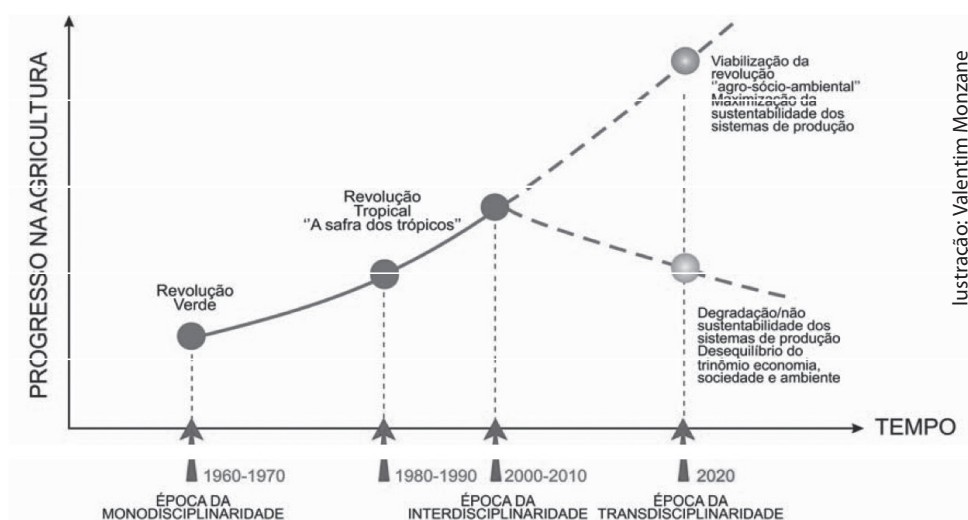


Figura 3 – Representação esquemática de dois cenários possíveis para as próximas décadas

mas em que condições? Degradando o ambiente, inviabilizando a agricultura do futuro ou os recursos das águas, solos e florestas? É preciso levar em conta não só a produtividade – a produção por área –, mas também o ambiente em que ela acontece, avaliando também a conservação e a preservação, visando alcançar a segurança ambiental. Nesta dimensão espaço-territorial é fundamental considerar o

próprio homem, acrescentando, portanto, a dimensão social e cultural característica das relações humanas.

Desde o fim do século XX, têm surgido várias alternativas ou possibilidades que reforçam e modificam os conceitos da agricultura intensiva. As chamadas tecnologias biológicas avançadas, ou biotecnologia, são um exemplo. A junção do conhecimento do melhoramento genético com

o da biotecnologia é um elemento chave para que se efetue um grande salto na agricultura.

A Agricultura de Precisão é um termo que se criou para tratar não só da questão da produtividade, mas também da consideração sobre as variáveis ambientais. A revolução que a agricultura precisa fazer hoje, para substituir a revolução verde, constitui-se em produzir sem, concomitantemente, degradar o ambiente – uma espécie de “Revolução Agro-sócio-ambiental”.



Foto: Tati Zanichelli

Figura 4 – A Agricultura de precisão pode contribuir para a “Revolução Agro-sócio-ambiental”

Cabe destacar também que o progresso obtido nos dois últimos séculos baseou-se na monodisciplinaridade. A química, agindo sozinha, a biologia, a genética, a engenharia das máquinas e dos equipamentos, nada disso integrado. O ingrediente básico da revolução agro-sócio-ambiental é o trabalho interdisciplinar. Nos dias de hoje, qual o potencial que a C, T & I têm para criar impactos no futuro próximo e mudar paradigmas? Por exemplo, conciliar produtividade e conservação ambiental? Ou, de outro modo, viabilizar sistemas de produção agrícola sustentáveis, o que na representação apresentada em 1996, no I Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária (SIAGRO), chamamos de “revolução agroambiental” em substituição à Revolução Verde. A resposta encontra-se no entendimento do conceito de tecnologias convergentes.

A figura 5 ilustra, esquematicamente, os quatro elementos básicos que constituem a “fonte” para geração das chamadas tecnologias convergentes, ou seja, os bits, os genes, os átomos e os neurônios. Pela primeira vez, na história da humanidade, o homem é capaz de ma-

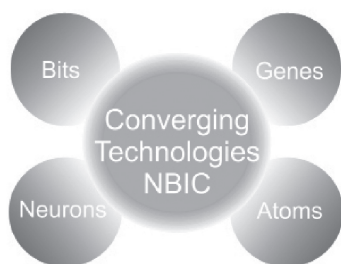


Figura 5 – Representação esquemática mostrando a convergência tecnológica a partir da exploração simultânea de átomos, neurônios, genes e bits.

nipular, simultaneamente, átomos, moléculas, genes, bits e neurônios através das tecnologias advindas da informação, das ciências cognitivas, da biotecnologia e da nanotecnologia. Em outras palavras, manipular a matéria e a vida, por exemplo, gerando novos materiais, plantas, animais e, por conseguinte, novos sistemas de produção.

A rigor, tais ciências e tecnologias podem interagir, comunicando-se, convergindo-se e produzindo sinergias potencialmente inéditas em toda a história da C, T & I. Possuem, em seu âmago, a capacidade revolucionária de mudar paradigmas, que podem vir a alterar a relação homem-homem e a sua relação com a natureza. O que deve nos remeter à gestão de sistemas complexos, em que as tomadas de decisão exigem a integração de abordagens sistêmicas e não lineares, incluindo, além de quesitos tecnológicos, questões de ética, de direito, de bem-estar coletivo e individual. É preciso ousadia para enfrentar os grandes desafios dos tempos atuais, em que a interconectividade de escalas varia do local para o global, do indivíduo para a sociedade e vice-versa, em velocidades imprimidas pela comunicação sideral, jamais vistas pela civilização humana. Por exemplo, na área da administração pública, as organizações não estão preparadas para atender às demandas e expectativas consequentes, principalmente sob a luz da democracia e dos diagnósticos de emergência crescente de crises (BOURGON, 2010).

No século passado, reforçar os governos para exercerem sua autoridade e buscar resultados de políticas públicas através de avaliação de desempenho e conformidade foi uma grande conquista. Os bons resultados se baseiam, essencialmente, na previsibilidade dos problemas, na implementação de tarefas recorrentes sob o comando *vertical* de tais governos.

O cenário atual exige que as instituições se preparem para incluir em suas plataformas de gestão a imprevisibilidade de eventos, os temas complexos, o diagnóstico de aumento crescente de crises e a participação de múltiplos parceiros. Mais que governo, é preciso governança que considere e administre não só a dimensão *vertical* da autoridade, mas também a dimensão *horizontal* da inteligência e do poder coletivos emanados da sociedade. Além de resultados de políticas públicas, faz-se necessário obter resultados cívicos.

Para lidar com tais novos desafios, é preciso incluir as dimensões de emergência e de resiliência no arcabouço administrativo e da gestão, além da conformidade e desempenho, completando-se assim os quatro quadrantes essenciais. Deve-se esperar, de acordo com a perspectiva desse novo arcabouço, que a dinâmica temporal da gestão de dada instituição, ou organização pública contemple e se mova nos quatro quadrantes, ou seja, explore, adapte, averigue e conserve, respectivamente, nos quadrantes desempenho, resiliência, emergência e conformidade. Deve-se reconhecer que tais visões, conceitos e propostas constituem fronteira inovadora da administração pública (ESCOLA NACIONAL..., 2010). Por uma razão ou outra, fica clara a oportunidade de se pensar na criação de uma nova área da Ciência e da Engenharia – a dos Sistemas Complexos.



Voltemos ao desafio da viabilização da agricultura sustentável. Quando se pretende praticar uma agricultura sustentável, que é exatamente a união do conceito econômico de aumento de produtividade com o de harmonia ambiental e social, é preciso saber trabalhar conjuntamente muitas variáveis. A econômica, que se traduz através do lucro e se a agricultura não gerar lucro e renda ao agricultor, ela desaparece; a social, porque, se o homem neste meio não obtiver dividendos, não há razão de ser da própria agricultura, e ambiental, que é a própria sobrevivência da natureza, para que possa existir agricultura e ambiente sadio no futuro. O tripé econômico, social e ambiental é o grande desafio atual da sustentabilidade e da agricultura.



Foto: Valentim Monzane

Figura 6 – A sustentabilidade caracteriza o Biodigester em Cabrália Paulista (SP)

Aumentar a produtividade com sustentabilidade requer a utilização e o domínio de técnicas, metodologias e instrumentos que, em boa parte das vezes, não existem adaptados à realidade tropical. Para isso, a Embrapa Instrumentação – localizada em São Carlos (SP) – trabalha na prospecção de demandas que apontem caminhos para minimizar o uso de insumos agrícolas, minimizar passivos ambientais e transformá-los em matéria-prima, além de contribuir para o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis (CRESTANA et al., 1996; SIMPÓSIO NACIONAL..., 1997; CRUVINEL e COLNAGO, 2000; CRUVINEL e MASCARENHAS, 2002; MARTIN NETO et al., 2007; CARDOSO e ASSIS, 2006; VAZ et al., 2008).



Foto: Valentim Monzane

Figura 7 – Sede da Embrapa Instrumentação (à esquerda) e Laboratório Nacional de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio (à direita), uma das áreas portadoras de futuro que estão na agenda do Centro de Pesquisa, em São Carlos (SP)

A agenda de pesquisa hoje é complexa e aponta para áreas consideradas “portadoras de futuro”, tais como:

- Sensores e metodologias para monitoramento que avaliem características físicas, químicas e biológicas referen-

tes à qualidade do ambiente, de processos agroindustriais e das cadeias do negócio agrícola.



Foto: Arquivo Embrapa

Figura 8 – Segunda geração de robô agrícola para coletar dados no campo

- Agricultura de Precisão, com ênfase no desenvolvimento de instrumentos, sensores de leitura imediata, técnicas de sensoriamento remoto, imagens aéreas, previsão de safra, técnica de reconhecimento de zonas de manejo.
- Técnicas não invasivas aplicadas à agricultura e monitoramento ambiental, como por exemplo, as técnicas espectroscópicas e de imagens, associadas aos métodos estatísticos e computacionais de análise.



Foto: João de Mendonça Nairme

Figura 9 – Da Medicina para a Agricultura, tomografia traz novas ferramentas para a avaliação de árvores e do solo

- Aplicação de nanotecnologia e produção de nanomateriais de interesse agrícola (fig. 10).
- Máquinas, equipamentos e instrumentos que melhorem os processos na cadeia agrícola e o potencial de trabalho humano (fig. 11).
- Demanda de sensores nas embalagens para indicação da qualidade e no auxílio à rastreabilidade.
- Demanda internacional pelo desenvolvimento de etanol celulósico, compreendendo equipamentos, processos, metodologias de caracterização e desenvolvimento de insumos.
- Elevada demanda por novas técnicas para avaliação de as-

pectos relacionados às mudanças climáticas globais e de ilhas de calor, emissão de gases de efeito estufa, poluentes e ciclo da água.



Foto: Tati Zanechelli

Figura 10 – A Nanotecnologia agrega valor para produtos de interesse agrícola

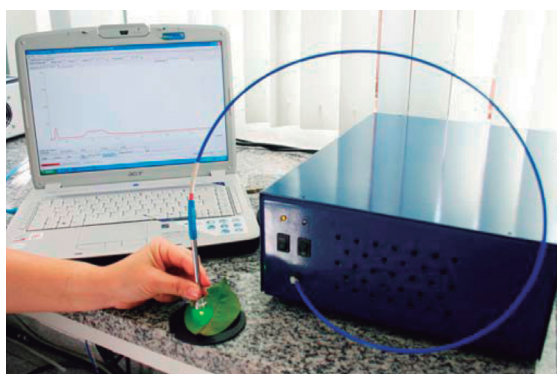


Foto: Manoela Campos

Figura 11 – Laser aumenta eficiência no diagnóstico de doenças da citricultura

- Demanda por produtos agrícolas com propriedades funcionais, como aqueles recobertos com filme ou película impregnados com indicadores de contaminação microbológica.



Foto: Valentim Monzane

Figura 12 – Nanotecnologia pode prorrogar o tempo de conservação de frutos

- Demanda por técnicas de avaliação da qualidade do solo – incluindo macro e micronutrientes e contaminantes – mais rápidas e eficientes.
- Demanda por técnicas práticas para avaliação de características físicas do solo, como granulometria, curva de retenção de água, resistência à penetração e permeabilidade



Foto: Arquivo Embrapa

Figura 13 – Equipamento mede resistência à penetração e permeabilidade do solo

- Desenvolvimento de sistemas portáteis de classificação de frutas e hortaliças para pequenos e médios empreendedores.

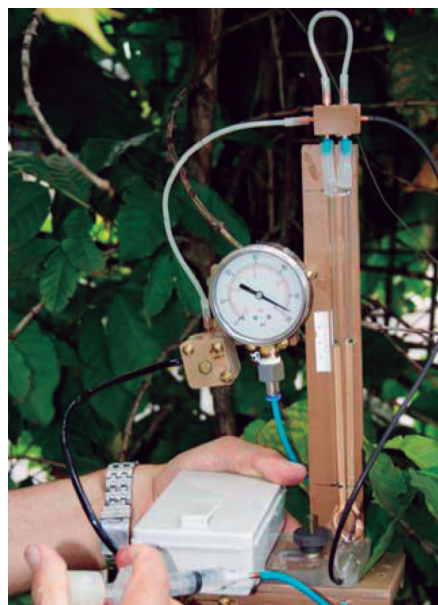


Foto: Arquivo Embrapa

Figura 14 – Medidas mais precisas facilitam a classificação de frutas e hortaliças

- Elevada demanda por novas técnicas para avaliação de aspectos relacionados às mudanças climáticas globais e de ilhas de calor, emissão de gases de efeito estufa, poluentes e ciclo da água.

#### 4. O papel das Redes Federal e Estadual na formação de talentos com habilidades tecnológicas

Uma das grandes carências que o Brasil apresenta na área da formação de recursos humanos é a da disponibilidade de cursos em Educação Profissional Técnica de Nível Médio e Educação Superior, com habilitações tecnológicas. É fundamental gerar competências tecnológicas que estejam afinadas com a necessidade das empresas, que considerem especificidades de demandas regionais e que os arranjos institucionais de educação ocupem o espaço intermediário compreendido entre o nível médio e o nível superior.

Um exemplo, de carência profissional, é o fato de que a inclusão de todos os brasileiros na pré-escola, demandará a contratação de um grande contingente de novos professores, ainda a serem formados. A Petrobras já enfrenta o problema de buscar profissionais-tecnólogos no exterior para atender sua expansão. Na agricultura, há carência de profissionais de nível médio, devidamente treinados para lidar com a crescente onda de novas máquinas, equipamentos, processos e manejos de sistemas produtivos cada vez mais dependentes de avanços tecnológicos. Em muitas áreas remotas do Brasil, em pequenas propriedades, na agricultura de subsistência ou mesmo em assentamentos da reforma agrária, há carência de mão de obra qualificada para, principalmente, transferir para a população tecnologias das instituições de pesquisa ou do mercado exercendo o papel fundamental que cabe à extensão rural e à assistência técnica.

A expansão da agroindústria, principalmente suco-alcooleira, traz também demandas para as quais praticamente não há oferta de profissionais devidamente aptos e habilitados. Iniciativas como as da indústria, comércio e agricultura, através do SENAI, SENAC, SENAR, SEBRAE, SESI, federações, associações e cooperativas, também estão incluídos nesse rol de protagonistas em prol da educação técnica, com recursos tecnológicos, e dirigida para o mercado.

Iniciativas federais e estaduais, públicas e privadas, têm feito a diferença e terão que fazer bem mais, considerando-se o processo de crescimento econômico que vivenciamos, assim como a necessidade crescente de mão de obra qualificada e treinada. Um exemplo de iniciativa estadual é o de São Paulo, onde se destacam as ETECs e FATECs, com longa tradição em formação técnica e tecnológica qualificada e dirigida ao mercado.

ETECs são as Escolas Técnicas do Governo de São Paulo, portanto de nível médio. Para cursá-las, é preciso estar, no mínimo, no segundo ano do ensino médio. FATEC é a Faculdade de Tecnologia do Governo de São Paulo. São unidades de ensino superior tecnológico. Por isso, é preciso ter o ensino médio completo para as frequentar. Existem, hoje, 157 ETECs espalhadas por 125 municípios paulistas. Atualmente, existem 83 cursos técnicos nas ETECs. A FATEC mantém 46 Faculdades de Tecnologia distribuídas por 44 municípios.

Criada como instrumento de política voltado para as "classes desprovidas", a hoje chamada Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica configura-se

como importante estrutura para que os cidadãos tenham efetivo acesso às conquistas científicas e tecnológicas. A rede teve sua origem em 1909, quando o então presidente da República, Nilo Peçanha, criou 19 Escolas de Aprendizes e Artífices que, mais tarde, dariam origem às Escolas Técnicas Federais, Escolas Agrotécnicas Federais e aos Centros Federais de Educação Profissional e Tecnológica (CEFETs).

A partir da década de 80 do século anterior, um novo cenário econômico e produtivo se estabeleceu, com o desenvolvimento e emprego de tecnologias complexas, agregadas à produção e à prestação de serviços. As empresas passaram a exigir, desde então, trabalhadores com níveis de educação e qualificação cada vez mais elevados. Para atender a essa demanda, as instituições federais de educação profissional vêm buscando diversificar programas e cursos para elevar o nível de qualidade da oferta. Cobrindo todo o território nacional, a rede procura qualificar profissionais para os diversos setores da economia brasileira, realizar pesquisa e desenvolver novos processos, produtos e serviços em colaboração com o setor produtivo.

As escolas da rede ocupam posição de referência educacional e estão integradas com a sociedade nas regiões em que estão localizadas. Dispõem de ampla infraestrutura física, laboratórios, equipamentos, bibliotecas, salas de aula e parques desportivos. Atendem os níveis básico, técnico e tecnológico de educação profissional, o nível médio, o ensino superior e a pós-graduação tecnológica. Destacam-se ainda pela autonomia na pesquisa aplicada e pelo desenvolvimento de parceria com a comunidade e com o setor produtivo.

Os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia são instituições de educação superior, básica e profissional, pluricurriculares e *multicampi*, especializados na oferta de educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino, com base na conjugação de conhecimentos técnicos e tecnológicos às suas práticas pedagógicas. Os Institutos Federais compõem a Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica. O projeto foi aprovado pela Câmara dos Deputados, pelo Senado Federal e sancionado pela Presidência da República em 29 de dezembro de 2008, sendo publicado no Diário Oficial da União em 30 de dezembro de 2008. Os institutos deverão ter forte inserção na área de pesquisa e extensão, visando estimular o desenvolvimento de soluções técnicas e tecnológicas e buscando estender seus benefícios à comunidade. Cada instituto federal é organizado em estrutura com vários *campi*, com proposta orçamentária anual identificada para cada *campus* e reitoria, equiparando-se com as universidades federais.

#### Breves Conclusões

As demandas apontadas anteriormente sinalizam, com muita clareza, uma tendência: a sustentabilidade. A pesquisa tem papel preponderante neste aspecto, com o desenvolvimento de métodos, processos, sistemas, sensores e equipamentos com vistas à integração dos sistemas de produção e que sejam sustentáveis. Já possuímos bons exemplos no Brasil, tais como o Plantio Direto na palha e a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, que da ciência já migrou para as políticas públicas.

A chamada “Economia Verde”, ou a “Economia de Baixo Carbono”, constitui realidade que poderá trazer ganhos importantes sob o ponto de vista ambiental, mas também do econômico e social. Uma das expectativas é de que a agricultura que se baseie em boas práticas agrícolas e que contribua para a conservação e preservação ambiental seja vista como prestadora de serviços ambientais e que os agricultores recebam por isso. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento está empenhado na viabilização do Programa ABC (Agricultura de Baixo Carbono), cuja contribuição será decisiva para o país cumprir sua meta de redução de emissão de CO<sub>2</sub>.

E quando buscamos a sustentabilidade na sua essência não podemos deixar de mencionar um dos bens mais importantes da humanidade, que merece toda a atenção não só de cientistas e pesquisadores, mas de toda a sociedade. Trata-se do uso com parcimônia da água, abundante no Brasil, mas que, no futuro, poderá ser objeto de disputas internacionais, como o petróleo ainda o é, em várias partes do mundo, basta ver os recentes conflitos no Oriente Médio e Norte da África. Faz-se necessária uma legislação que proteja os recursos hídricos, além da conscientização dos brasileiros.

A Agricultura Tropical tem ainda muitos desafios, tais como a implementação de boas práticas, incluindo a rastreabilidade, a certificação, a acreditação e a avaliação do ciclo de vida do produto, que poderão gerar opções para um consumo mais consciente e sustentável, além de abrir oportunidades no Comércio Exterior, que hoje estão fechadas para o Brasil pelo fato de o país nem sempre atender às boas práticas agrícolas no padrão que o mercado internacional exige.

Produzir alimentos e fibras com qualidade é um caminho sem retorno, assim como temos uma oportunidade única de trilhar o caminho da produção de energia limpa e renovável. A agroenergia também veio para conquistar um espaço importante dentro e fora do Brasil. Já somos referência mundial na produção de etanol a partir da cana-de-açúcar, mas temos potencial para produzir biodiesel oriundo de outras fontes vegetais – mamona, dendê, pinhão-manso, dentre outras – que podem ser cultivadas em diferentes regiões.

A trilha da quinta potência passa pela Educação, Ciência, Tecnologia & Inovação – razão de ser da Embrapa, do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (que envolve as organizações estaduais de pesquisa agropecuária) e universidades – e pelo avanço da fronteira do conhecimento – razão de ser da Embrapa Instrumentação. Uma consequência óbvia desta constatação é a oportunidade de se estabelecer maior cooperação entre tais atores e instituições. O desafio exige ousadia, criatividade e qualificação aliados ao espírito empreendedor para que as próximas gerações tenham a sustentabilidade no DNA e ratifiquem, com letras maiúsculas, uma frase do Hino Nacional, escrita quando nem sonhávamos ser referência em Agricultura Tropical: “Gigante pela própria natureza”!

## Referências

- BOURGON, J. *Em busca de uma nova síntese para a administração pública: textos para discussão*. Brasília: ENAP, 2010.
- CARDOSO, V. de F.; ASSIS, O. B. G. de. (Org.). *Formação de recursos humanos: mestres, doutores, pós-doutores orientados na Embrapa Instrumentação Agropecuária*. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2006.
- CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 4: *Livro Azul*. Brasília, DF: MCT-CGEE, 2010a.
- CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 4: *documento referência*. Brasília, DF: MCT-CGEE, 2010b.
- CONSOLIDAÇÃO das recomendações da 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável: *Conferências nacional, regionais e estaduais e Fórum Municipal de C, T & I*. Brasília, DF: MCT-CGEE, 2010.
- CRESTANA, S. Internacionalização da Inovação Brasileira. In: 4ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 4., 2010, Brasília. *Textos para discussão...* Brasília, DF: MCT-CGEE, 2010a.
- CRESTANA, S. Inserção da C, T & I nos Fóruns Internacionais. In: 4ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 4., 2010, Brasília. *Textos para discussão...* Brasília, DF: MCT-CGEE, 2010b.
- CRESTANA, S. O Brasil na nova geografia da ciência e inovação global. In: 4ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. *Relatório...* Brasília, DF: MCT-CGEE, 2010c.
- CRESTANA, S. O papel da instrumentação na pesquisa e no desenvolvimento agropecuário. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 1., 1996, São Carlos. *Anais do I SIAGRO*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1997. p. 10-25.
- CRESTANA, S.; CRUVINEL, P. E.; MASCARENHAS, S. et al. (Ed.). *Instrumentação agropecuária: contribuições no limiar do novo século*. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; São Carlos, SP: Embrapa-CNPIDIA, 1996.
- CRUVINEL, P. E.; COLNAGO, L. A. (Ed.). *Advances in agricultural tomography*. São Carlos: Embrapa Agricultural Instrumentation, 2000.
- CRUVINEL, P. E.; MASCARENHAS, S. (Ed.). *Advanced studies in agricultural instrumentation*. São Carlos, SP: Rima: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2002.
- ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA. *Especialistas discutem desafios da administração pública em café com debate*. 2010. Disponível em: <[http://www.enap.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1185&Itemid=162](http://www.enap.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=1185&Itemid=162)>. Acesso em: 31 mar. 2011.

MARTIN NETO, L.; VAZ, C. M. P.; CRESTANA, S. (Ed.). *Instrumentação avançada em ciência do solo*. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2007. 438 p. 1 CD-ROM.

PROPOSTAS do agronegócio para os presidenciáveis. In: *AgroAnalysis*, Rio de Janeiro, v. 30, n. 8, p. 38-4, 2010.

RIPA – Rede de Inovação e Prospecção tecnológica para o agronegócio. Projeto FINEP Convênio nº 01.06.0875.00: *relatório técnico*. Março de 2010.

SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 1., 1996, São Carlos. *Anais do I SIAGRO*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1997. 535 p. Editores: Paulo Estevão Cruvinel, Silvio Crestana, Ladislau Martin Neto, Luiz Alberto Colnago e Luiz Henrique Capparelli Mattoso.

VAZ, C. M. P.; HERRMANN JUNIOR, P. S. de P.; MELO, W. L. de B. (Ed.). *Visão tecnológica e social para o agronegócio: ciclo de colóquios da Embrapa Instrumentação Agropecuária 2007*. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008. 215 p.

#### Agradecimentos

Aos colegas Valéria Fátima Cardoso, Valentim Monzane e Alessandra Nunes de Siqueira, da Embrapa Instrumentação, pela colaboração.

#### Notas

<sup>1</sup> A Lei n.º 11.196, de 21 de novembro de 2005, conhecida como Lei do Bem, em seu Capítulo III, artigos 17 a 26, e regulamentada pelo Decreto nº 5.798, de 7 de junho de 2006, que consolidou os incentivos fiscais que as pessoas jurídicas podem usufruir de forma automática desde que realizem pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica. Esse Capítulo foi editado por determinação da Lei n.º 10.973/2004 – Lei da Inovação, fortalecendo o novo marco legal para apoio ao desenvolvimento tecnológico e inovação nas empresas brasileiras.

<sup>2</sup> Um *spin-off* (ou cisão) é uma nova organização, entidade ou empresa formada pela separação de parte dos ativos de uma empresa maior. Os *spin-offs* ocorrem quando divisões ou subsidiárias de uma empresa se tornam negócios independentes. A companhia cindida leva consigo ativos, propriedade intelectual, tecnologia e produtos pré-existentes da sua casa mãe.

<sup>3</sup> *Start-up* pode ser entendido, de maneira simples, como sinônimo de iniciar uma empresa e colocá-la em funcionamento.

<sup>4</sup> Em um mundo com informações distribuídas, as empresas não utilizam somente aquilo que produzem “internamente”, fruto de suas pesquisas, mas além disso compram ou licenciam processos de inovação, como patentes, de outras empresas. Além disso, as invenções internas que não forem usadas pelos negócios das empresas devem ser licenciadas para fora, de forma que outras empresas tenham a oportunidades de utilizá-las.

<sup>5</sup> O termo inglês *stake-holder* designa uma pessoa, grupo ou entidade com legítimos interesses nas ações e no desempenho de uma organização e cujas decisões e atuações podem afetar, direta ou indiretamente, a organização.

Recebido em 08/04/2011

Aprovado em 03/05/2012