

Estudo do mercado brasileiro de  
software para o agronegócio:  
cenários, prospecção e oportunidades

Paulo Estevão Cruvinel  
Eduardo Delgado Assad



## 5.1 Introdução

Os capítulos 1 ao 4 relataram os olhares de seus respectivos autores no que tange ao objeto de estudo deste livro – o mercado de software para o agronegócio – mais voltado para o tempo presente, num esforço de retratar o atual mercado de software rural no Brasil, sob as dimensões da oferta e da demanda. Mirando para o futuro, os capítulos 5 e 6, com base em estudo de cenários, apontam oportunidades, tendências e perspectivas para a Tecnologia da Informação (TI) aplicada ao agronegócio.

Este capítulo tem por objetivo apresentar as tendências, os cenários e as oportunidades para o mercado de software voltado à inovação para o agronegócio, tendo como pano de fundo as prioridades do Brasil para o estabelecimento de política pública que considere as desigualdades regionais e as dimensões do desenvolvimento econômico, ambiental, social e de capital humano.

Para tanto, ele está estruturado em 5 seções, incluindo esta introdução. A seção 5.2. apresenta as tendências consolidadas tanto no macro ambiente, como no âmbito das atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação e as incertezas críticas que contribuem para geração de alternativas de cenários prováveis do ambiente de atuação das instituições públicas e privadas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) para o agronegócio e o desenvolvimento rural sustentável, refletidas para o horizonte 2023. A seção 5.3 retrata a abordagem metodológica utilizada para diagnosticar as oportunidades e as demandas prospectivas do mercado de software rural no Brasil, a qual tem sido utilizada para a estruturação de plataformas de PD&I fundamentada na organização de competências, envolvendo a participação de representantes dos segmentos de governo, da academia (ensino e pesquisa), setor produtivo e terceiro setor. Com base nas tendências e incertezas críticas analisadas nos cenários de atuação das empresas de pesquisa, públicas e privadas do agronegócio para o horizonte temporal 2023, a seção 5.4. discorre sobre um conjunto de oportunidades para o mercado brasileiro de software para o agronegócio, o que pode orientar uma agenda propositiva para o setor. Por último, seguem algumas conclusões.

## 5.2 Tendências consolidadas

Em aproximadamente quatro décadas, o Brasil construiu um sistema produtivo altamente eficiente e competitivo no que se refere ao agronegócio (BATALHA; SCARPELLI, 2005). Esse fato foi estimulado, em grande parte, pela geração de conhecimento e ações advindas do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), cuja coordenação coube à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), criada em 1973. Tal arranjo, envolvendo as Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (Oepas) e universidades, possibilitou o provimento de alimentos e insumos para a crescente população urbana e o setor industrial, constituindo-se em um fator relevante para o saldo positivo da balança comercial brasileira. Essa política, além de promover ganhos em termos de produção agrícola, é considerada como uma das mais exitosas políticas de formação de pessoal especializado no país nos últimos 30 anos. Como principal consequência dessa formação de pessoal, a área técnica científica que tem o maior índice de publicações em periódicos especializados, são as ciências agrárias. O que se pergunta é se o segmento referente à tecnologia da informação com foco na agricultura teve o mesmo desempenho. Uma das consequências é que o agronegócio passou a ocupar posição de destaque no processo de desenvolvimento econômico brasileiro a partir da década de 70, sendo isso reflexo do domínio do conhecimento e da tecnologia em agricultura tropical.

O domínio tecnológico da agricultura em ambiente tropical, o qual vem envolvendo cada vez mais o uso e desenvolvimento da tecnologia da informação, permitiu ao Brasil fazer uso de suas vantagens comparativas no segmento – abundância de solo, luminosidade, temperatura e oferta de água –, possibilitando ao agronegócio brasileiro desempenhar, hoje, um importante papel nos mercados internacionais. Assim, o Brasil é dotado de um setor agrícola competitivo, sendo o produtor de uma ampla cesta de produtos agrícolas, métodos, tecnologias embarcadas, software e conhecimentos.

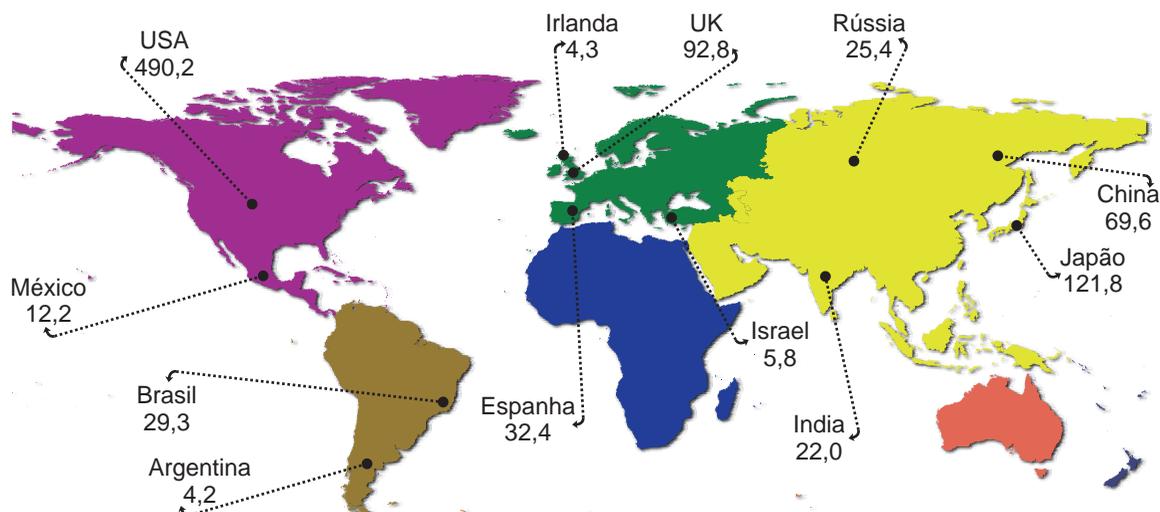
A análise recente da trajetória desenvolvida pelo agronegócio brasileiro indica que o uso intensivo de tecnologia e inovação proporcionada pela evolução tecnológica dos últimos 40 anos ainda gera resultados visíveis para a competitividade e o dinamismo registrados no setor.

Contudo, a evolução recente da PD&I e de seu macro ambiente de atuação também sinaliza que o Brasil ainda tem um caminho a percorrer até alcançar o patamar desejado, onde o perfil profissional no meio rural tem papel decisivo e deve ser considerado na pauta de prioridades, o que também ocorre em outros países emergentes como China, Índia e Coreia do Sul. Nesse contexto, as instituições formais e informais surgem como uma resposta estruturadora dos agentes que tomam decisões, mesmo frente à complexidade dos problemas das interações humanas. Assim, o futuro do ambiente institucional sustentável (NORTH, 1990) é aperfeiçoado pelos valores culturais que são desenvolvidos para compreender essa complexidade, bem como pelos incentivos e restrições de uma sociedade que condiciona os estilos de conhecimento, habilidades e aprendizado que indivíduos vão adquirindo, pressionados pelo aumento de oportunidades e ganhos trazidos pelo avanço dos conhecimentos nas formas de avanços tecnológicos (ROMEIRO, 1999). Logo, o ambiente institucional é influenciado por um conjunto de fatores externos e internos que têm impacto relevante sobre a trajetória futura da realidade.

Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Software (2009) o mercado mundial de software e serviços, considerando todas as áreas e setores envolvidos, atingiu, em 2008, o valor de US\$ 873 bilhões.

Naquele mesmo ano, o Brasil manteve um mercado total de software correspondente à US\$ 5,07 bilhões, representando 1,68 % do mercado mundial, sendo que contou com exportações da ordem de US\$ 82 milhões. No âmbito dos serviços no segmento, tratou de um mercado total de US\$ 9,94 bilhões, 1,72 % do mercado mundial e exportação de US\$ 258 milhões. No âm-

bito dos indicadores gerais de Tecnologia de Informação (TI), o Brasil trabalhou um mercado total de US\$ 29,3 bilhões, conforme distribuição apresentada na Figura 5.1, representando 1,99 % do mercado mundial e contando com algo da ordem de 60 milhões de usuários da internet. O mercado mundial de TI no período considerado foi de US\$ 1,470 bilhões.



**Figura 5.1.** Distribuição do mercado mundial de TI, onde os valores estão em US\$ bilhões

Fonte: Associação Brasileira das Empresas de Software (2009), adaptada pelo autor.

A explicitação de hipóteses quanto às tendências consolidadas em uma sociedade é um recurso metodológico particularmente relevante que auxilia na geração de cenários úteis para planejamento na medida em que delimita, em aproximações sucessivas, o espaço de restrições e possibilidades dentro dos quais são construídos, estreitando, assim, a opção de futuros a serem explorados (EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA, 2008; EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 2008; HINES; BISHOP, 2007; LAAT, 2004; REDE DE INOVAÇÃO E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA PARA O AGRONEGÓCIO, 2008; SCHLOSSSTEIN; PARK, 2006), as quais remetem a um conjunto de cenários de interesse para mercado brasileiro de software para o agronegócio.

Assim, as tendências consolidadas do macro ambiente envolvem:

- Expansão e mudança do perfil da demanda mundial por alimentos, implicando maiores exigências do mercado consumidor e a ampliação do mercado de produtos alimentícios certificados segundo critérios de rastreabilidade e segurança.
- Expansão da demanda mundial por energia renovável, impulsionando o crescimento do mercado de agroenergia no Brasil.
- Maior consciência dos temas ligados ao meio ambiente e ao desenvolvimento social, incluindo a crescente preocupação com os efeitos negativos dos impactos ambientais e o adensamento dos mecanismos de regulação e gestão dos recursos hídricos.
- Aumento da demanda por fontes alternativas de insumos agroindustriais, implicando o crescente aproveitamento de resíduos sólidos, agroindustriais e urbanos, a utilização de plantas mais eficientes e o aproveitamento de coprodutos.
- Continuada importância do agronegócio para o desenvolvimento econômico do país.
- Elevação do nível educacional da população.

- g) Disseminação de sistemas integrados e rotacionados (integração -lavoura-pecuária- floresta - agroenergia).

As tendências consolidadas no âmbito das atividades de pesquisa e desenvolvimento, como também da inovação envolvem:

- a) Avanços na fronteira de geração de conhecimento científico-tecnológico, incluindo o surgimento de novas tendências e a progressiva ampliação do uso de produtos ligados à biotecnologia, nanotecnologia, agricultura de precisão e agroenergia.
- b) Aumento da complexidade no mercado de Ciência, Tecnologia & Inovação (CT&I) no Brasil.
- c) Crescente importância da PD&I no esforço para aumentar a competitividade dos produtos do agronegócio.
- d) Crescente incorporação de informação, conhecimento e tecnologia ao agronegócio.
- e) Avanço na participação do setor privado em segmentos específicos da PD&I, com destacada participação do setor público em segmentos estratégicos.
- f) Disseminação de arranjos multi-institucionais e multidisciplinares envolvendo empresas e instituições públicas e privadas de PD&I, incluindo novas modalidades de gestão financeira de projetos e maior preocupação com propriedade intelectual.

Adicionalmente, o foco da construção de cenários pode ser definido considerando onde eles deverão responder e, nesse contexto, são as incertezas críticas no horizonte em estudo que condicionarão o conteúdo dos cenários alternativos.

As incertezas críticas consistem em condicionantes do futuro com alto grau de incerteza e elevado impacto em relação ao futuro, as quais podem ser específicas ou estarem agrupadas em uma ou mais incerteza-síntese.

As incertezas críticas que balizarão o futuro do ambiente de atuação das instituições públicas e privadas de PD&I para o agronegócio e o desenvolvimento rural sustentável brasileiro podem ser divididas em duas categorias: os fatores do contexto internacional e os fatores relacionados ao ambiente nacional de atuação que envolve a articulação das instituições do segmento, principalmente aquelas do âmbito do SNPA e afins.

A grande incerteza referente ao contexto internacional diz respeito à qual será a lógica predominante no contexto internacional, da evolução do agronegócio e do desenvolvimento rural sustentável. Nesse contexto existe um conjunto de outras incertezas que podem ser consideradas as quais podem levar a duas hipóteses-síntese, ou seja, integração mundial e fragmentação regional, nacional, ou ainda ambos:

- a) Intensidade e forma de regulação do comércio internacional.
- b) Evolução da curva de preços das commodities agrícolas.
- c) Crescimento da economia global.
- d) Demanda mundial por produtos agropecuários.
- e) Demanda mundial por tecnologias voltadas ao agronegócio e ao desenvolvimento rural sustentável.
- f) Sustentabilidade no uso dos recursos naturais.
- g) Impactos trazidos pelas mudanças climáticas sobre a produção agrícola mundial.
- i) Inserção externa da economia brasileira.

A incerteza-síntese referente ao ambiente interno diz respeito à questão de como evoluirá o ambiente brasileiro de atuação das entidades integrantes do SNPA e afins. Nesse contexto, existe um conjunto de outras incertezas que são listadas a seguir e cujas hipóteses alternativas

se agrupam em duas hipóteses-síntese, ou seja, favorável e desfavorável à PD&I para o agronegócio e o desenvolvimento rural sustentável:

- a) Impactos trazidos pelas mudanças climáticas sobre os biomas brasileiros.
- b) Disponibilidade e gestão dos recursos hídricos nos biomas brasileiros.
- c) Sustentabilidade no uso da biodiversidade.
- d) Crescimento da economia nacional e qualidade da infraestrutura logística e energética.
- e) Políticas nacionais para o setor.
- f) Crescimento do setor agropecuário.
- g) Demanda por pesquisa agropecuária, agroindustrial e agroflorestal.
- h) Aparato legal e institucional para a execução da PD&I.
- i) Marco regulatório, gestão do conhecimento e propriedade intelectual.
- j) Gestão dos investimentos em PD&I e da pesquisa agropecuária (foco, dinâmica, gestão do resultado da pesquisa).
- k) Volume e composição de investimentos em PD&I para o setor.
- l) Protagonismo brasileiro em agroenergia.
- m) Desempenho do SNPA.
- n) Conectividade do SNPA com outras redes de PD&I e de negócios.
- o) Competitividade das empresas do agronegócio.

Fruto da combinação das hipóteses subsequentes às incertezas-síntese internacional e do ambiente brasileiro de atuação do SNPA e afins, surgem alternativas que se constituem em cenários prováveis do ambiente de atuação das instituições públicas e privadas de PD&I para o agronegócio e o desenvolvimento rural sustentável, refletidas para o horizonte 2023, os quais caracterizam possibilidades de expansão integrada com inserção global, ou expansão setorializada com inserção em nichos, ou ainda possível desarticulação e retrocesso, caso o futuro ocorra sem a execução de um planejamento orientado à geração de riqueza com gestão do conhecimento, ao reconhecimento e atenção com os recursos naturais e humanos, bem como minimização das desigualdades regionais e maior inserção na sociedade globalizada.

### 5.3 A metodologia para o diagnóstico

A gestão do conhecimento que é vista como um processo articulado e intencional destinado a sustentar ou a promover o desempenho global de uma organização, tem como base a criação e a circulação de conhecimento, sendo este visto como ativo na forma de capital intelectual, existindo assim como conhecimento tácito, dos indivíduos; conhecimento adicional, localizado nas redes; e conhecimento codificado, localizado em livros, revistas, jornais, fotografias, base de dados, internet etc.

Salim (2001) define a gestão do conhecimento como um processo articulado e intencional, destinado a sustentar ou a promover o desempenho global de uma organização, tendo como base a criação e a circulação de conhecimento.

A estratégia tecnológica utilizada considerou que a articulação sistêmica do processo de inovação no agronegócio reside na gestão do território e na definição de um conjunto de creden-

ciados que farão parte de equipes treinadas e preparadas para o processo de atendimento à sociedade.

A gestão territorial envolve a conceituação de se trabalhar uma área geográfica de atuação de um projeto político-institucional, que se constrói a partir da articulação de instituições em torno de objetivos e métodos de desenvolvimento comuns. Partindo desse entendimento político, desenvolvem-se projetos produtivos, sociais, culturais e ambientais, normalmente orientados por um projeto de desenvolvimento.

O território, enquanto espaço socialmente organizado, configura-se no ambiente político institucional onde se mobilizam os *stakeholders* regionais em prol do seu projeto (ou seus projetos, mesmo que encerrem conflitos de interesses) de desenvolvimento. O principal objetivo é a geração de relações de cooperação positivas e transformadoras do tecido social (ROCHA et al., 2004).

Necessita-se, portanto, inicialmente, de um mapa de caminhos que cubra tanto o longo, como o médio e curto-prazo. Além disso, por se tratar de um plano que almeja o estabelecimento das principais cadeias produtivas (compreendendo atividades de pesquisa, desenvolvimento e de fabricação, bem como de articulação para aquelas que estejam menos estabelecidas) envolve a tarefa de se elaborar o mapa dos caminhos que requeira tratamento segmentado para o seu perfeito equacionamento.

Em sua construção foram consideradas interfaces quanto aos aspectos de interesse temático dos eixos da e-economia, e-facilitadores e da e-cidadania. Também, tais interfaces são somadas aos pilares da organização de infraestrutura, gestão estratégica para a capacidade de produção, preparação de bases para o atendimento da demanda global em software e da inovação.

A informação estratégica, que pode ser coletada em fontes formais e informais, se distingue das informações táticas e operacionais por seu conteúdo de mapeamento de competências, de tecnologias, de mercado, de redes colaborativas (fornecedores, clientes, distribuidores, parceiros) e do que se pode inovar, impactando, de forma global, as organizações. A informação tática é a que se caracteriza principalmente pelas metodologias, padrões, normas e processos. A operacional é caracterizada pela produtividade e controle de qualidade.

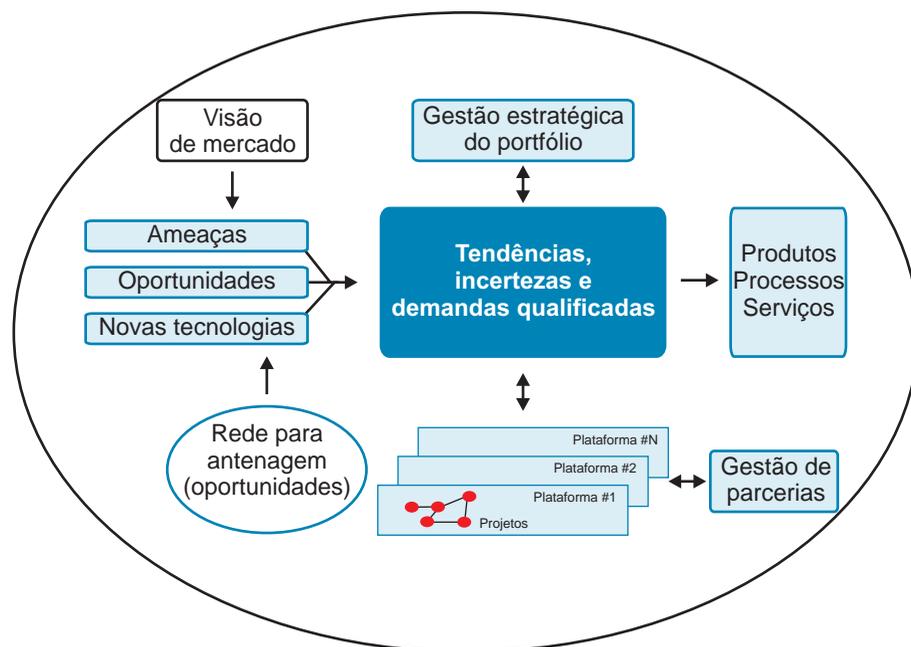
A Figura 5.2 ilustra a estruturação do conceito para a articulação de estratégias tecnológicas, onde se nota as diferentes etapas envolvidas para a articulação dos processos, as quais incluem inteligência de mercado, rede para prospectar oportunidades, gestão de portfólio de projetos, articulação para o gerenciamento com foco em produtos, processos e serviços, incluindo a articulação de parcerias.

A abordagem metodológica, que tem sido utilizada para a estruturação de plataformas de PD&I, é fundamentada na organização de competências, envolvendo a participação de representantes dos segmentos de governo, da academia (ensino e pesquisa), setor produtivo e terceiro setor. Também foi considerada a organização do conhecimento tomando por base a priorização da demanda envolvida no segmento.

Assim, a organização de demandas priorizadas envolveu:

a) Indicação e articulação de competências (principais *stakeholders*<sup>1</sup>);

<sup>1</sup> *Stakeholders*: (em português, parte interessada ou interveniente), é um termo usado em administração que se refere a qualquer pessoa ou entidade que afeta ou é afetada pelas atividades de uma empresa. O termo foi usado pela primeira vez por R. Edward Freeman no livro “*Strategic Management: A Stakeholder Approach*”. Segundo Freeman, os *stakeholders* são um elemento essencial ao planejamento estratégico de negócios. De maneira geral compreende todos os envolvidos em um processo, que pode ser de carácter temporário (como um projeto) ou duradouro (como o negócio de uma empresa ou a missão de uma organização sem fins lucrativos ou ainda participantes de uma rede que tenham parte em processos que são desenvolvidos).



**Figura 5.2.** Estruturação estratégica para prospecção tecnológica, contendo as diferentes etapas dos processos envolvidos. As Plataformas são relacionadas aos diversos subtemas priorizados no tema mercado de software para o agronegócio na captação de demandas, tais como: software para sistemas de informação e gestão (incluindo web e multimídia interativos), sistemas de computação científica, computação gráfica e processamento de imagens, sistemas de automação e controle digital (incluindo sistemas evoluídos e robóticos), sistemas embarcados críticos, bem como modelagem computacional complexa.

- b) Organização de assuntos críticos nos eixos decorrentes das demandas priorizadas pelos atores envolvidos no desenvolvimento do agronegócio e no desenvolvimento rural sustentável na escala considerada;
- c) Focalização dos assuntos críticos;
- d) Consolidação de assuntos críticos por ordem de importância, de forma consensual;
- e) Votação de assuntos críticos organizados de forma consensual pelos participantes em reuniões plenárias;
- f) Preparação de portfólios de demandas a partir dos resultados da votação das demandas caracterizadas como assuntos críticos prioritários.

#### 5.4 Oportunidades e demandas prospectivas de interesse para o mercado brasileiro de software para o agronegócio

Considerando as tendências e incertezas críticas analisadas nos cenários de atuação das empresas de pesquisa, públicas e privadas – do agronegócio e no âmbito do desenvolvimento científico e tecnológico para o horizonte temporal 2023 – é possível considerar um conjunto de oportunidades para o mercado brasileiro de software para o agronegócio, o que pode orientar uma agenda propositiva para o setor. Entretanto, pode-se observar que, tanto no horizonte dos últimos 20 anos como nos dias atuais, sistemas computacionais, métodos e redes de dados,

como também o próprio mercado, têm apresentado uma dinâmica acentuada de mudanças, quer no estado da própria tecnologia como nos paradigmas computacionais e suas especificidades em função das áreas de aplicação.

Portanto, o que se poderá construir para 2023 estará cada vez mais associado à maior capacidade de processamento, maior eficiência computacional, maior capacidade de memória e capacidade de comunicação, onde a tecnologia progredirá, inclusive frente aos novos materiais. Além disso, alternativas para o desenvolvimento de interfaces mais realistas e interessantes para o usuário, a partir da exploração das técnicas, são a criação de ambientes que exploram o uso de entidades com certo grau de inteligência e os efetivos meios de suas representações gráficas, juntamente com diferentes formas de interações, provendo maior dinamicidade, realismo e usabilidade aos ambientes.

Assim, nesse contexto, é possível considerar plataformas de desenvolvimento e pesquisa, bem como de agronegócios, que estejam relacionadas principalmente ao desenvolvimento de software para sistemas de informação (incluindo web e multimídia interativos), sistemas de computação científica, computação gráfica e processamento de imagens, sistemas de automação e controle digital (incluindo sistemas evoluídos e robóticos), sistemas embarcados críticos e modelagem computacional complexa.

O aumento do poder computacional vem permitindo não apenas a exploração de um alto grau de realismo visual, mas a adição de camadas de inteligência aos ambientes. A disponibilidade de bibliotecas e padrões gráficos 3D, tais como OpenGL, Java3D, *Virtual Reality Modeling Language* (VRML) e, mais recentemente, o X3D, tem promovido o desenvolvimento de ambientes 3D. Soma-se a esse contexto o fato de que técnicas de Inteligência Artificial (IA), tais como as de agentes inteligentes e de processamento de linguagem natural, têm amadurecido em paralelo, podendo ser exploradas nas interações entre os usuários e o ambiente.

As aplicações potenciais desses novos ambientes são consideráveis, podendo ser empregados em uma variedade de áreas, especialmente relacionadas com a simulação e a educação. Em simulação, ambientes de diferentes tipos (espaços rurais abertos ou interiores podem ser aplicados, por exemplo, para controle do manejo de rebanhos, população de plantas, como também para gestão e adequação de infraestrutura, logística, alertas de riscos e perigos).

Soma-se a esse leque de tendências, a oportunidade da construção de uma agenda de inovação para o mercado brasileiro de software, com foco nas principais plataformas de PD&I (REDE DE INOVAÇÃO E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA PARA O AGRONEGÓCIO, 2010), com destaque a um conjunto de demandas qualificadas para o estabelecimento de um programa em segurança alimentar e energética de importância para o Brasil, com impacto para o atendimento das demandas mundiais. Esse cenário, muitas vezes considerado ousado e de difícil atendimento, começa a se concretizar e ter contornos nítidos, como mostram os resultados de pesquisas que já alcançam os mercados, na forma de organismos geneticamente modificados, produtos biofortificados, avanço nas nanociências e outras integrações transdisciplinares da biologia, que dizem diretamente respeito ao avanço do agronegócio.

O Brasil, com sua condição única de espaço disponível, biodiversidade, disponibilidade de recursos naturais e aparatos de pesquisa em várias frentes, pode e deve ser protagonista nesse novo ambiente. Competir nesse cenário requer entender o futuro, seus horizontes de tempo, definir com clareza os alvos e meios disponíveis, para programar, de maneira eficaz, seus investimentos, no caso da tecnologia da informação, em hardware, software e principalmente em *peopleware*. Estando alinhado com essas questões, destacam-se para o horizonte 2023 as seguintes demandas em software:

**a) Agregação de valor a processos e produtos de origem vegetal e animal**

- Software que auxilie a gestão da qualidade da produção rural de economia familiar;
- software que auxilie kits diagnósticos para determinação rápida de riscos e perigos [contaminação genética, influenza aviária, ocratoxinas, aflatoxinas, *Aspergillus* (aves) e transgênicos];
- software para auxílio de análises laboratoriais e agroindustriais;
- software para avaliação de impactos socioeconômicos para garantia em segurança de alimentos;
- software para avaliação de características nutricionais, sensoriais e funcionais de alimentos durante fase de processamento;
- software para monitoramento de bio-sensores e compostos bio-ativos;
- software para avaliação de micro-organismos e fermentação em processos de biotecnologia animal.
- software para manejo sustentável de exploração de sistemas florestais nativos em diferentes ecossistemas.
- software para racionalização do uso de agrotóxicos em sistemas integrados de manejo de pragas e doenças em áreas de reflorestamento
- software baseado em modelos computacionais de simulação de crescimento, fluxo de água, nutrientes e balanço de carbono em sistemas florestais e agroflorestais (SAF).
- software para sistemas de certificação ambiental aplicado a exploração de sistemas florestais e agrícolas.

**b) Aquicultura e desenvolvimento de recursos pesqueiros**

- Software para sistema de informação geográfica (SIG) com identificação da logística e infraestrutura aplicada à aquicultura:
  - aplicativos para rastrear e recuperar informações em bases de dados integradas aos sistemas aquícolas;
  - aplicativos para utilização em zoneamento costeiro para orientar a exploração de recursos marinhos.
  - aplicativos que auxiliem operar mecanismos de busca com acesso seletivo e em tempo real;
  - aplicativos para hierarquizar informações e filtrar conteúdos por múltiplos critérios;
  - aplicativos para classificar informações recuperadas a partir de atribuições taxonômicas;
  - aplicativos que viabilizem importar e exportar dados selecionados em formatos de compatibilidade;
  - aplicativos baseados em modelagem e simulação na determinação da capacidade de suporte dos ecossistemas aquáticos para sustentação dos sistemas de produção aquícolas.
- Software para monitoramento e gestão de parques aquícolas
  - aplicativos que auxiliem na promoção do uso ordenado de grandes reservatórios e de ambientes estuarinos e marinhos pela aquicultura;
  - aplicativos que viabilizem maior interatividade para o controle e monitoramento da qualidade da água, acompanhando possíveis impactos causados por empreendimentos aquícolas nesses ambientes.

**c) Agroenergia**

- Software para análise de parâmetros envolvidos no melhoramento genético da cana-de-açúcar convencional e utilizando ferramentas da biotecnologia voltadas para resistência ou tolerância a estresse biótico e abiótico; fixação biológica de nitrogênio; adaptação regional; aumento da produtividade de açúcar e fibra;
- software para avaliação de processos de produção de etanol de segunda e terceira geração;
- software para avaliação do desenvolvimento de microrganismos e sistemas voltados para melhoria da eficiência do processo fermentativo para produção de etanol;
- software para zoneamento e estudos de impactos ecológico-econômico-social para identificação de áreas competitivas e sustentáveis para produção de cana-de-açúcar;
- software para sistematização e disponibilização de banco de dados como base para o planejamento do setor sucroalcooleiro, considerando os seguintes aspectos: meio físico; econômico e social; transporte; pesquisa, desenvolvimento e inovação;
- software para gestão de bases de germoplasmas florestal (espécies nativas e exóticas) para as diferentes regiões brasileiras;
- software para selecionamento de espécies potenciais versus práticas silviculturais para a recuperação de áreas degradadas;
- software que auxiliem no equacionamento para a eficiência e controle dos gases da carbonização (carboquímica) e dos finos da indústria siderúrgica;
- software para a modelagem de sistemas de logística de movimentação da biomassa e dos produtos biocombustíveis;
- software que viabilize maior interação e compartilhamento de banco de dados para agroenergia;
- software que auxiliem a gestão da cadeia produtiva para o etanol e para as oleaginosas: organização e arranjos produtivos locais;
- software para avaliação do pré-melhoramento e melhoramento de oleaginosas (cultivares adaptadas e melhoradas);
- software para avaliação de plantas que visem o aumento de produção de biomassa para fins energéticos e geração de resíduos que auxiliem recuperação de áreas degradadas (matéria orgânica, fixação biológica de nitrogênio, solubilização de nutrientes e outros).

**d) Agricultura, mudanças climáticas e uso sustentável de recursos renováveis**

- Software para modelagem computacional complexa de sistemas agrossilvipastoris e agroambientais;
- software modelagem que envolva dinâmica, clima economia e ambiente de integração;
- software para análise de risco (incluindo vulnerabilidade, adaptação em mecanismos de mitigação) decorrente de mudanças climáticas, seus efeitos na agricultura, bem como da agricultura no clima;
- software para processamento de dados edafambientais em tempo-real;
- software para sistemas de suporte à decisão em ambiente multiusuário (integração usuário-ambiente) e visualização científica;
- software para a geração de requerimentos de padrões visuais simbólicos para exploração de condições em ambientes e sistemas agrossilvipastoris simulados para auxílio á tomada de

decisão, para melhor qualificação, quantificação e sensibilidade sobre o desenvolvimento de projetos, uso de recursos naturais e resiliência;

- software para controle dos níveis de emissão de CO<sub>2</sub> decorrente da operação de máquinas e plantas sustentáveis de infraestruturas rurais e urbanas.

e) Sanidade agropecuária, segurança alimentar e do alimento

- Software para o planejamento da produção (integrada), análise de riscos, sustentabilidade dos sistemas e garantia de acesso a dados;
- software para integração e interoperabilidade de sistemas de informação envolvendo troca de dados nas cadeias produtivas e rastreabilidade de produtos de origem vegetal e animal;
- software para análise de mercados, ferramentas de análise baseada nos perfis de usuários;
- software para sistemas distribuídos, heterogêneos ou não, em escala global ou local, novas arquiteturas, escalabilidade, segurança, flexibilidade no uso de padrões de dados;
- software para visão computacional envolvendo ambiente de processamento de sinais e imagens (1D, 2D e 3D) e realidade virtual aumentada para controle localizado de doenças de plantas e animais, pragas e plantas invasoras em áreas mapeadas;
- software para aplicação localizada de insumos em taxa-variável;
- software para uso generalizado de certificação e técnicas de Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle (APPCC<sup>2</sup>) para garantia da qualidade e inocuidade incluindo também a produção orgânica de carnes, grãos e fibras.

**f) Tecnologias avançadas para o agronegócio (automação, biotecnologia, nanotecnologia, sistemas de informação, transformação agroindustrial)**

- Software para avaliação e previsão de produtividade, colheita, mapas da variabilidade espaço-temporal, plantio automático de sementes, aplicação de insumos taxa-variável (fertilizantes agroquímicos e outros);
- software para a interpretação e avaliação de técnicas de manejo, modelagem e recomendações;
- software para sistemas ubíquos, redes de sensores embarcadas em máquinas, redes de sensores sem fio (RFID<sup>3</sup> e PDAs<sup>4</sup>), robótica agrícola;

<sup>2</sup> APPCC é um sistema de gestão de segurança alimentar. O sistema baseia-se em analisar as diversas etapas da produção de alimentos, analisando os perigos potenciais à saúde dos consumidores, determinando medidas preventivas para controlar esses perigos pelos pontos críticos de controle. Atualmente, um sistema de APPCC pode ser certificado pela ISO 22000. Um dos principais problemas relacionados ao processamento de alimentos é a segurança alimentar, ou seja, o controle de perigos de contaminação dos alimentos devido a perigos físicos, químicos ou microbiológicos. Tais aspectos podem ocorrer durante todas as fases do processo, desde a recepção de matérias primas, durante o seu armazenamento, na preparação e por fim na confecção do produto final que chega ao consumidor. O APPCC é uma técnica usada na análise de potenciais perigos das operações, identificando onde estes podem ocorrer e decidindo quais os críticos para a segurança, os chamados pontos críticos de controle (PCC). Da identificação das operações críticas, são definidos os pontos de controle críticos e são definidas as ações a tomar. Mantendo esses pontos sob controle, garante-se a conformidade dos produtos produzidos.

<sup>3</sup> *Radio-Frequency Identification* (RFID): É um acrônimo e, na língua portuguesa, significa Identificação por Rádio Frequência. Trata-se de um método de identificação automática por sinais de rádio, recuperando e armazenando dados remotamente por dispositivos chamados de tags RFID. Uma tag ou etiqueta RFID é um transponder, pequeno objeto que pode ser colocado onde se deseja fazer a identificação.

<sup>4</sup> *Personal Digital Assistants* (PDA), PDAs ou handhelds ou assistente pessoal digital). É um computador de dimensões reduzidas dotado de grande capacidade computacional, cumprindo as funções de agenda e sistema informático, com possibilidade de interconexão com um computador pessoal e uma rede informática sem fios (Wi-Fi) para acesso a correio eletrônico e internet. Possui grande quantidade de memória e operam diversos softwares para várias áreas de interesse, inclusive agronegócio.

- software para análise da eficiência e qualidade de processos de transformação agroindustrial;
- software para interoperabilidade de equipamentos e dispositivos;
- software adaptativo à evolução do padrão ISOBUS Brasil e ISO TC23/SC19, que trata do uso da eletrônica na agricultura;
- software para tratamento de dados agrícolas de redes de sensores sem fio com coleta de dados em tempo real, distribuídos, nós fixos ou móveis;
- software para arquitetura reconfigurável em aplicações agrícolas em sistemas embarcados críticos;
- software para operacionalização de novos dispositivos e sensores para a agricultura baseados em uso de nanotecnologia, configurados e dedicados à aplicação;
- software para sistemas computacionais que integrem sinergicamente nanotecnologia, biotecnologia, tecnologia da informação e ciência cognitiva;
- software para biocomputação ou bioinformática para análises complexas de sequências biológicas de origem animal e vegetal, visando o combate de doenças e produção de alimentos;
- software especialista para reconhecimento de padrões e mineração de dados complexos armazenados em grandes volumes nos bancos de dados biológicos público e privados do mundo;
- software para a bioinformática que flexibilize servidores de alto desempenho e ambientes de *Cloud Computing* ou *Grid Computing* para processamento paralelo em massa;
- software que viabilize o compartilhamento, a integração e a reutilização de resultados biotecnológicos obtidos em experimentos bem sucedidos;
- software especialista que viabilize maior automação no processo de sequenciamento, assim como uma associação mais ampla entre genes e doenças aplicações personalizada baseada na genética individual de plantas e animais.
- software com aplicativos em zootecnia de precisão para gerenciamento e controle de rebanhos e sistemas de produção animal.

**g) Zoneamento, monitoramento territorial e recuperação de áreas degradadas (integração lavoura, pecuária, floresta, energia)**

- Software para modelagem complexa dedicada ao zoneamento e monitoramento territorial das várias cadeias produtivas do agronegócio;
- software que auxilie na disponibilização de serviços de informação no sentido de se tornarem os denominados portais verticais, como o próprio Portal Agritempo<sup>5</sup> desenvolvido pela Embrapa Informática Agropecuária. São os chamados gateways que resultaram dos esforços de profissionais da informação e de especialistas de várias áreas com o objetivo de organizar e controlar esse espaço de informação em franca expansão que é a internet. Esses serviços colocam no centro da questão a identificação recursos de qualidade para audiências definidas.

A importância dos serviços apoiados pela organização de informações confiáveis e relevantes aumenta na proporção direta da quantidade de recursos disponíveis na área de interesse coberta. Quando se faz uma análise do panorama agrícola nacional, verifica-se que, após uma longa fase inicial em que o ciberespaço carecia de informações abundantes, o mesmo se depara recentemente com um forte aumento da utilização da internet como via de comunicação para os mais diversos agentes envolvidos.

<sup>5</sup> Disponível em: <<http://www.agritempo.br/>>.

No entanto, ainda existe um longo caminho a percorrer. De fato, quando se analisam as possibilidades atualmente disponibilizadas pelas tecnologias inerentes a esse meio de comunicação, verifica-se que ainda existem inúmeras formas de utilizar a informação de maneira mais eficiente. Não obstante, ainda são escassos os recursos disponíveis na internet que se utiliza de uma forma consistente das possibilidades tecnológicas oferecidas, por exemplo, pelas bases de dados para suportar sistemas de informação dinâmicos, pela utilização de funcionalidades WebGIS.

Outro conjunto de fatores que irão induzir um aumento dessas presenças agrícolas nacionais na internet são, sem dúvida, as novas infraestruturas de acesso (cabo, ADSL<sup>6</sup>, etc.) e a internet móvel.

## 5.5 Conclusões

O Brasil, para atingir a competitividade e o desenvolvimento sustentável desejado, necessita estruturar processos que visem articulação sistêmica de suas competências, abordagem regional ou territorial e a gestão estratégica e continuada de uma agenda de oportunidades.

Tal concepção na formulação de uma agenda de oportunidades para o mercado brasileiro de software para o agronegócio necessita considerar, além da competência de recursos humanos qualificados, elementos essenciais para a credibilidade, a confiabilidade e a seriedade dos processos de gestão envolvidos para essa construção, tanto por parte dos usuários como por parte dos desenvolvedores de conhecimento e tecnologia da informação com base fundamentada em gestão do conhecimento e governança corporativa compartilhada.

Os cenários são amplamente favoráveis e aliados a oportunidades de mercado crescente, o setor de tecnologia da informação no agronegócio tende a crescer muito nos próximos anos. É preciso, entretanto, romper barreiras conservadoras de mercado baseadas em pequenos sistemas com forte apelo de mercado e evoluir para grandes sistemas integrados e baseados na web, com forte apelo de serviços e inovação.

Somente assim será possível alcançar rapidamente o nível tecnológico exigido pelo setor científico e promover avanços importantes e necessários na moderna transferência de tecnologia para o setor rural, a qual dependerá cada vez mais da tecnologia da informação.

## 5.6 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE. **Mercado brasileiro de software: panorama e tendências**, 2009. 23 p.

BATALHA, M. O.; SCARPELLI, M. Gestão do agronegócio: aspectos conceituais. In: BATALHA, M. O. **Gestão do agronegócio: textos selecionados**. São Carlos, SC: UFSCar, 2005.

<sup>6</sup> ADSL: Parte da família de tecnologias que fornecem um meio de transmissão digital de dados tem a característica de que os dados podem ser transmitidos mais rapidamente em uma direção do que na outra, assimetricamente, diferenciando-o de outros formatos. Pode usar uma grande variedade de técnicas de modulação.

EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA. **IV Plano Diretor da Embrapa Informática Agropecuária 2008-2011-2023**. Campinas, 2008. 47 p. (Embrapa Informática Agropecuária. Documentos, 87).

EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA. **IV Plano diretor da Embrapa Instrumentação Agropecuária 2008 - 2011 - 2023**. São Carlos, SP, 2008.31 p.

HINES, A.; BISHOP, P. **Thinking about the future: guidelines for strategic foresight**, Washington: Social Technologies, 2007.

LAAT, B. Conditions for effectiveness of roadmapping: a cross-sectional analysis of 80 different roadmapping exercises. In: EU-US SEMINAR: NEW TECHNOLOGY FORESIGHT, FORECASTING & ASSESSMENT METHODS, 2004, Seville. **Proceedings...** Seville, 2004. p. 77-91.

NORTH, D. **Institutions, institutional change and economic performance**. Cambridge: University of Cambridge, 1990. p. 3-35, 73-106.

REDE DE INOVAÇÃO E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA PARA O AGRONEGÓCIO. **Cenários do ambiente de atuação das instituições públicas e privadas de PD&I para o agronegócio e o desenvolvimento rural sustentável - horizonte 2023**. São Carlos, SP, 2008. 98 p.

\_\_\_\_\_. **Relatório de conclusão da segunda fase**. São Carlos, SP, 2010. 758 p.

ROCHA, A. S.; SCHEFLER, M. L. M.; COUTO, V. A. Organização social e desenvolvimento territorial: reflexos sobre a experiência dos CMDRS na região de Irecê – Bahia. In: ROCHA, A. dos S.; COUTO FILHO, V. A. (Org.). **Análise territorial da Bahia rural**. Salvador: Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, 2004. v. 71, p. 95-108. (Estudos e pesquisas, 71).

ROMEIRO, A. R. **Desenvolvimento sustentável e mudança institucional: notas preliminares**. Campinas: Instituto de Economia, Unicamp, 1999. (Texto para discussão, n. 68).

SALIM, J. J. **Gestão do conhecimento e transformação organizacional**. Trabalho apresentado na 68ª Semana da EQ/UFRJ, Rio de Janeiro, agosto de 2001.

SCHLOSSSTEIN, D.; PARK, B. Comparing recent technology foresight studies in Korea and China: towards foresight-minded governments? **Foresight**, v. 8, n. 6, p. 48-70, 2006.