



MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL
PELA INOVAÇÃO

**Indústria
2027**

mei MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL PELA INOVAÇÃO

Estudo de sistema produtivo
AGROINDÚSTRIAS



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria

PROJETO INDÚSTRIA 2027

Riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas

ESTUDO DE SISTEMA PRODUTIVO
AGROINDÚSTRIAS

FOCO SETORIAL
Alimentos processados

Indústria
2027
mei MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL PELA INOVAÇÃO

Brasília
2018

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Robson Braga de Andrade

Presidente

Diretoria de Educação e Tecnologia - DIRET

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti

Diretor de Educação e Tecnologia

Instituto Euvaldo Lodi – IEL

Robson Braga de Andrade

Presidente do Conselho Superior

IEL – Núcleo Central

Paulo Afonso Ferreira

Diretor-Geral

Gianna Cardoso Sagazio

Superintendente



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria

**Indústria
2027**

mei MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL PELA INOVAÇÃO

Estudo de sistema produtivo
AGROINDÚSTRIAS

©2018. IEL – Instituto Euvaldo Lodi

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

IEL/NC

Superintendência IEL

FICHA CATALOGRÁFICA

I59e

Instituto Euvaldo Lodi. Núcleo Central.

Estudo de sistema produtivo agroindústria / Instituto Euvaldo Lodi, John Wilkinson, Ruth Rama. – Brasília: IEL/NC, 2018.

116 p. il. (Indústria 2027: riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas)

1. Cluster Tecnológico 2. Sistemas Produtivos 3. Agroindústria 4. Alimentos Processados I. Título

CDU: 631

IEL

Instituto Euvaldo Lodi
Núcleo Central

Sede

Setor Bancário Norte
Quadra 1 – Bloco C
Edifício Roberto Simonsen
70040-903 – Brasília – DF
Tel.: (61) 3317-9000
Fax: (61) 3317-9994
<http://www.portaldaindustria.com.br/iel/>

Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC

Tels.: (61) 3317-9989/3317-9992

sac@cni.org.br

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
INDÚSTRIA 2027	9
RESUMO EXECUTIVO	13
INTRODUÇÃO	23
1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA AGROINDÚSTRIA E DO FOCO SETORIAL ALIMENTOS PROCESSADOS	27
1.1 Panorama internacional	27
1.2 Panorama no Brasil	33
2 OS <i>CLUSTERS</i> TECNOLÓGICOS RELEVANTES	39
2.1 Principais tecnologias disruptivas	39
2.2 Experiência internacional	45
2.3 Experiência brasileira	59
2.4 A cadeia agroalimentar e as novas tecnologias.....	67
3 DESAFIOS E IMPLICAÇÕES	73
3.1 Uso atual e esperado das tecnologias digitais.....	73
3.2 Riscos, oportunidades e capacidade de resposta das empresas	75
REFERÊNCIAS	87
ANEXO – DETALHAMENTO DOS RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO: SP AGROINDÚSTRIA	101
A1 Caracterização do painel de respondentes	101
A2 Resultados.....	104
A3 Considerações finais	116



APRESENTAÇÃO

A convergência tecnológica presente em nossas vidas passa pela indústria, cada vez mais movida pela inovação. Esse espírito inovador, por sua vez, alimenta a competitividade e impulsiona novos modelos de negócios. O *Projeto Indústria 2027: riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas* avalia não só os impactos de inovações potencialmente disruptivas sobre a indústria nos próximos dez anos, como também a capacidade de o Brasil e suas empresas superarem riscos e aproveitarem oportunidades derivadas de novas técnicas. Além disso, fornece subsídios para as estratégias corporativas e a formulação de políticas de inovação.

O projeto é uma iniciativa da Confederação Nacional da Indústria (CNI) e da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), coordenada pelo Instituto Euvaldo Lodi (IEL), com execução técnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

O Indústria 2027 identificou oito *Clusters* Tecnológicos – como internet das coisas, inteligência artificial, nanotecnologia e materiais avançados –, inovações cujos efeitos na economia e na sociedade são um caminho sem volta. Lançou, ainda, uma pesquisa inédita que mostrou o nível de adoção das tecnologias 4.0 nas empresas brasileiras. Agora é o momento de ressaltar o impacto das tecnologias delineadas pelo projeto nos dez sistemas produtivos analisados e o comportamento dos setores frente à adoção de técnicas avançadas.

Esta nota técnica traz uma análise sobre o sistema da agroindústria, cujo foco setorial são os alimentos processados. Em seguida, apresenta as tecnologias relevantes para esse sistema produtivo, a relação entre as tecnologias e os negócios, e os resultados de pesquisa de campo para saber em que nível tecnológico estão as empresas do segmento.

A competitividade da indústria é feita com inovação; cooperação entre o setor produtivo, o governo e os centros de conhecimento; e estratégia de longo prazo para o desenvolvimento do país.

A indústria brasileira pode desenvolver competências, aproveitar oportunidades de competir em melhores condições, gerar empregos, criar novos serviços e contribuir para a ascensão da qualidade de vida da população brasileira.

Boa leitura.

Robson Braga de Andrade
Presidente da Confederação Nacional da Indústria (CNI)



INDÚSTRIA 2027

O projeto **Indústria 2027: riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas** tem como objetivos avaliar os impactos de um conjunto de novas tecnologias com alto potencial transformador sobre a competitividade da indústria nacional no horizonte de cinco a dez anos. Além disso, busca fornecer subsídios para o planejamento corporativo de empresas e para a formulação de políticas públicas, visando estratégias de emparelhamento da indústria *vis-à-vis* as melhores práticas competitivas internacionais.

O projeto **Indústria 2027** tem como objetos de análise *Clusters* Tecnológicos e Sistemas Produtivos e, nesses últimos, Focos Setoriais (Quadro A1). Os *Clusters* Tecnológicos compreendem um conjunto de tecnologias-chave agrupadas por proximidade tecnológica e de bases de conhecimento envolvidas.

Os Sistemas Produtivos correspondem a grupos de setores industriais selecionados pela sua participação na estrutura industrial brasileira. Os principais critérios para identificação dos Focos Setoriais foram o potencial de impactos disruptivos a serem aportados pelas novas tecnologias e a relevância do setor em termos de geração de produto, empregos, exportações e inovação.

Quadro A1 – Clusters Tecnológicos, Sistemas Produtivos e Focos Setoriais

		Sistemas Produtivos	Focos Setoriais
		Agroindústrias	Alimentos Processados
		Insumos Básicos	Siderurgia
		Química	Química verde
		Petróleo e Gás	E&P em Águas Profundas
		Bens de Capital	Máquinas e Implementos Agrícolas, Máquinas Ferramenta, Motores Elétricos e Outros Seriados, Equipamentos de GTD
		Complexo Automotivo	Veículos Leves
		Aeroespacial, Defesa	Aeronáutica
		TICs	Sistemas e Equipamentos de Telecom Microeletrônica Software
		Farmacêutica	Biofármacos
		Bens de Consumo	Têxtil e Vestuário

O diagrama apresenta um hexágono centralizado com o texto 'PRODUTOS, PROCESSOS, GESTÃO E MODELOS DE NEGÓCIO'. Ao redor deste hexágono, há sete retângulos que representam diferentes clusters tecnológicos:

- TICS: COMPUTAÇÃO EM NUVEM, BIG DATA, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (topo)
- TICS: REDES (direita)
- PRODUÇÃO INTELIGENTE E CONECTADA (direita)
- ARMAZENAMENTO DE ENERGIA (inferior direita)
- MATERIAIS AVANÇADOS (inferior)
- NANOTECNOLOGIA (inferior esquerda)
- BIOPROCESSOS BIOTECNOLOGIAS AVANÇADAS (esquerda)
- TICS: LOT, SISTEMAS E EQUIPAMENTOS (esquerda)

Fonte: Elaboração própria.

O projeto **Indústria 2027** está construído ao longo de três etapas sequenciais: (i) na primeira etapa, especialistas nos distintos *Clusters* produziram análises sobre tendências e impactos potenciais de tecnologias emergentes sobre sistemas produtivos¹; (ii) estas reflexões serviram como insumo para a segunda etapa, quando especialistas setoriais avaliaram o processo de geração, absorção e difusão destas tecnologias em Sistemas e Focos Setoriais e seus impactos sobre a competitividade empresarial; (iii) as análises de *Clusters* e Sistemas Produtivos servirão para a reflexão sobre estratégias públicas e privadas.

As trajetórias dos *Clusters* Tecnológicos

A avaliação dos oito *Clusters* Tecnológicos identificou as tecnologias-chave que, introduzidas comercialmente em até dez anos, podem iniciar mudanças em Sistemas Produtivos, alterando modelos de negócios, padrões de concorrência e a atual configuração de posições de liderança das empresas. Nesse horizonte temporal essas tecnologias podem constituir ameaças e oportunidades para empresas estabelecidas ou novas, bem como implicar no surgimento de novos segmentos de mercado.

A avaliação dos *Clusters* indicou as seguintes trajetórias: (i) integração: qualquer solução tecnológica usa, intensivamente, outras tecnologias e bases de conhecimento distintas, em especial aquelas associadas às tecnologias de informação e comunicação (TIC); conectividade: o potencial das tecnologias aumenta pela geração, absorção e difusão por meio de redes digitais e; inteligência: crescente incorporação de conhecimentos científicos (“inteligência”) nas aplicações comerciais destas tecnologias; (ii) os impactos sobre empresas se diferenciam ao longo do tempo: algumas aplicações tecnológicas já produzem impactos disruptivos hoje e continuarão assim em dez anos; outras somente os produzirão no futuro próximo, enquanto outras impactam empresas e setores com intensidade moderada (otimizando processos, induzindo a geração de novos produtos, por exemplo) no presente, mas poderão causar impactos disruptivos no futuro.

Questões orientadoras das análises de Sistemas Produtivos e Focos Setoriais

Os estudos de Sistemas Produtivos e Focos Setoriais foram ancorados no conhecimento de especialistas, em estudos recentes feitos por centros de investigação e empresas de consultoria, em entrevistas qualitativas e, em alguns casos, quantitativas, junto a empresas e em uma pesquisa de campo junto a uma amostra representativa de Sistemas Produtivos (em torno de 750 empresas), onde se buscaram informações sobre o uso atual e esperado de tecnologias digitais e impactos sobre atributos competitivos, em diferentes funções organizacionais das empresas.

1. Fonte: Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2017/10/nota-tecnica-etapa-i-do-projeto-industria-2027/>.

A avaliação dos Sistemas Produtivos e Focos Setoriais está estruturada em três partes: (i) análise da estrutura econômica, competitiva, tecnológica e produtiva do sistema e foco setorial no mundo e no Brasil; (ii) identificação das tecnologias relevantes para a competitividade do sistema e foco, no processo de geração, absorção e difusão destas tecnologias e seus impactos sobre modelos de negócio, padrões de concorrência e estruturas de mercado; (iii) riscos, oportunidades e desafios para a indústria brasileira.

Em particular procurou-se responder: (i) Quais as tecnologias relevantes para cada sistema produtivos? Como elas impactarão cada sistema produtivo? Quais são os maiores riscos e oportunidades para o Brasil?; e (ii) Qual a capacidade de resposta atual e potencial do sistema empresarial? Quais são os requisitos técnicos, empresariais, institucionais e financeiros para aproveitar oportunidades e defletir os riscos que as inovações disruptivas podem representar?



RESUMO EXECUTIVO

Esse documento analisa o impacto atual e previsto – para um horizonte de cinco a dez anos – de um conjunto de tecnologias definidas como disruptivas, que abrangem digitalização, biotecnologia avançada, nanotecnologia e materiais avançados na agroindústria e na indústria de alimentos e bebidas em todo o mundo e no Brasil. Agroindústria, aqui, consiste nas atividades a montante e a jusante que afetam diretamente a oferta e a demanda de alimentos e bebidas – e que, em suas interdependências, definem a abrangência do sistema agroalimentar.

O documento se divide em três partes. Na primeira, é realizada uma análise da estrutura industrial e competitiva do sistema agroindustrial e do Foco Setorial de alimentos processados. A segunda se dedica à análise dos *Clusters* Tecnológicos relevantes para o sistema agroindustrial – Biotecnologia, TIC, Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT) e Nanotecnologia –, as fontes de inovação e seus processos de difusão. Isso inclui a forma como essas tecnologias estão afetando os modelos de negócios, a competitividade das empresas e os padrões de concorrência, com foco nas grandes etapas do sistema agroalimentar e nas empresas líderes em cada etapa nos Estados Unidos, na União Europeia e no Brasil. Na terceira parte, destacam-se os desafios e implicações desse processo.

O sistema agroindustrial e os alimentos processados no mundo

As empresas líderes globais da indústria de alimentos processados, que dominam também a indústria alimentar no Brasil, se empenham para responder à demanda por produtos mais saudáveis, quando cada vez mais países vêm estabelecendo metas de redução de açúcar, sal e óleos. Nas pesquisas por alternativas, essas companhias muitas vezes se juntam às *traders* na colaboração em pesquisa e desenvolvimento (P&D) com empresas especializadas. Ao mesmo tempo, avançam no campo dos nutracêuticos, buscando, como no caso da Nestlé, produtos para retardar o envelhecimento, melhorar a digestão e proteger contra alergias – o que exige tecnologias de *big data analytics*, quando não de biologia sintética. Por outro lado, essas empresas investem pesadamente nas tecnologias que permitem uma aproximação aos consumidores, cada vez mais articulados *online* por meio de redes sociais.

As empresas globais de varejo estabeleceram sua hegemonia com relação à indústria alimentar ao aproveitar o potencial da informática, que trouxe, a partir dos anos 1980, um conhecimento fino dos hábitos do consumidor, o *just-in-time* em logística e uma nova coordenação da cadeia de suprimentos a partir de práticas de *business to business* (B2B). Agora, porém, o desafio é o deslocamento do varejo para vendas *online*, com a entrada das líderes digitais – Amazon nos Estados Unidos, Alibaba e JD.com na China. Essas empresas têm muitas vantagens e investem em redes alimentares *offline*, sugerindo que a liderança no futuro vai depender de uma combinação fina de vendas

offline e *online*. Por outro lado, as gigantes do varejo têm enormes bancos de dados sobre a demanda baseados em seus programas de fidelização e estão estabelecendo alianças com Alibaba e JD.com nos mercados emergentes – o que dificilmente será feito pela Amazon, cujo acesso ao mercado chinês é mínimo. Quaisquer que sejam os resultados, vencer nesse mercado implica mobilizar todo o arsenal do mundo digital.

O setor de *food services* – serviços alimentares de refeições fora do lar ou compradas prontas – representa em muitos países mais da metade dos gastos totais com alimentos, e cresce mais rapidamente que o consumo doméstico. Na forma de *fast food*, a padronização tanto do produto quanto do processo prepara o terreno para experimentos com a robotização – um processo liderado por *startups* do Vale do Silício. Inicialmente baseado em *sites* e agora em aplicativos para *smartphones*, esse setor se articula cada vez mais em formato *online*, num processo que se estende também ao setor de restaurantes convencionais (*full-service*) – um segmento muito mais fragmentado. E, finalmente, um novo setor de *kits* de comida preparada (*prepared food kits*), entregues em casa para confecção rápida de receitas autorais, funciona também por aplicativos de *smartphones*. O serviço, que exige uma logística sofisticada tanto para adquirir quanto para entregar os ingredientes, foi iniciado por *startups*, mas enfrenta a estratégia de domínio da Amazon.

A indústria de alimentos e bebidas se destaca no setor manufatureiro, com uma participação de 10% a 30% do produto industrial, a depender do país. Globalmente, gera receitas da ordem de US\$ 4 trilhões e emprega 25 milhões de pessoas. O eixo da produção e da inovação está nos países industrializados, mas o crescimento de mercado se desloca para países emergentes, onde também surgem empresas a caminho de se tornarem *players* globais.

O setor se caracteriza pelo predomínio de pequenas e médias empresas (PME), mas calcula-se que as 100 maiores firmas respondem por mais de 40% do valor da produção. Essas líderes pesam ainda mais na contribuição à inovação (>50%), em grande parte porque o sucesso em inovações de produto exige altos gastos em *marketing* e publicidade. A fonte principal de inovação, sobretudo no caso de PME, são os setores de insumos e maquinaria – e a colaboração é chave para viabilizar sua adoção.

Na Europa, o setor difere dos Estados Unidos e do Brasil pelo maior peso de PME. Mais de 90% da sua produção se dirige ao vasto mercado doméstico – 500 milhões de consumidores – ainda protegido das importações. No entanto, sua participação nos mercados globais aumenta com base em estratégias de qualidade consolidadas no mercado doméstico. Pânicos alimentares, seguidos de regulação e padronização no âmbito do mercado comum, criaram um ambiente propício à adoção de inovações. Embora as grandes empresas também se destaquem em termos de patentes, um terço das PME realiza alguma atividade de inovação. A intensidade de P&D privada é baixa, mas o setor público dedica US\$ 2,8 bilhões anuais à promoção de pesquisa – o que, ao mesmo tempo, estimula parcerias público-privadas. O setor de embalagens é um alvo especial dessas inovações.

Os níveis de concentração industrial no setor de alimentos e bebidas são muito mais altos nos Estados Unidos que na União Europeia, assim como a parcela de sua produção voltada às exportações, com até 30%. Ao mesmo tempo, a participação do setor nas exportações é menos concentrada do que a produção de patentes, mas outros países aumentaram sua presença no período mais recente. O nível das despesas privadas para inovação é bem maior nos Estados Unidos que na União Europeia, e o setor público se dedica, sobretudo, à pesquisa básica.

Há também uma preocupação crescente com a obesidade no País, o que estimula inovações de produto com modificações importantes nos ingredientes, e não apenas nas embalagens – segmento também objeto de inovação por motivos ambientais, energéticos e de saúde.

A indústria brasileira

No Brasil, existe uma bifurcação nítida: de um lado, estão os agronegócios internacionalmente competitivos na produção primária de um grande leque de cadeias de *commodities*. De outro, a indústria alimentar que produz essencialmente para o mercado doméstico, com escassa capacidade de exportação apesar da liderança de empresas globais.

O varejo e os *food services* brasileiros são igualmente dominados por líderes globais, embora enfrentem desafios específicos relacionados ao perfil da demanda doméstica. Implementam sistemas SAP e exploram a interface entre vendas *off* e *online* (omicanal) ao se integrarem nas redes sociais para antecipar demanda, experimentar sistemas de pagamento automáticos via *smartphone* e promover padronização do “m-comércio”².

Apesar das grandes dimensões da população e da urbanização brasileiras, a distribuição regressiva de renda impacta negativamente o dinamismo do mercado doméstico para alimentos processados. Na indústria brasileira de alimentos e bebidas, portanto, destacam-se os produtos de menor valor agregado. As líderes globais têm uma longa tradição na indústria no Brasil, mas as políticas de liberalização dos anos 1990 e a estabilidade após o Plano Real atraiu uma entrada significativa de empresas estrangeiras. Sua concentração é maior que nos Estados Unidos e empresas com acima de 500 trabalhadores são responsáveis por mais de 70% da produção. Mais de 80% da produção é absorvido pelo mercado doméstico, enquanto carnes pouco processadas e frutas se destacam na exportação, embora o país não acompanhe o crescimento das exportações norte-americanas ou europeias nesse mercado.

Os padrões de consumo são muito influenciados por fatores globais, como a oposição a insumos químicos e bioquímicos, a expansão de alimentos processados – como pratos congelados – e, sobretudo nas faixas de renda mais baixas, de processados como *snacks*, biscoitos e refrigerantes. Os dois últimos contam com a nova camada

2. O “m” se refere a *mobile*, palavra inglesa para celular.

de consumidores incluída durante o forte crescimento da primeira década do século. Diretrizes de Estado face aos índices de obesidade, porém, estão levando a metas de redução de açúcar e sal e à promoção de produtos frescos, não processados, assim como à criação de novos mercados de nicho, como os produtos sem glúten e as barras energéticas.

Transformações tecnológicas ao longo da cadeia agroindustrial

Os *Clusters* Tecnológicos relevantes para o setor são Biotecnologia, TIC, IoT e Nanotecnologia. Sua geração, pela complexidade e pelos custos do processo de inovação, demanda essencialmente cooperação e forte capacidade interna de P&D. Pela diversidade das atividades do sistema produtivo, que envolvem várias bases de conhecimento – engenharia, química, genética –, a indústria de alimentos e bebidas funciona também como setor locomotor da difusão de inovações.

A geração e a difusão desses *Clusters*, porém, já está em curso. Se no início dos anos 1980 as então novas biotecnologias levaram à absorção da indústria de sementes pela indústria química, hoje é o gerenciamento do *big data* que reestrutura as indústrias tanto de insumos quanto de maquinaria. Empresas que não atuavam tradicionalmente no setor, como Google e IBM, estão se envolvendo diretamente no fornecimento de serviços agrícolas, e as empresas de maquinaria agrícola se tornam, por meio do seu produto chefe, o trator, ponto de passagem obrigatória tanto dos insumos químicos quanto genéticos. Uma nova geração de *startups* agrícolas também disputa esse espaço. Diferentes estratégias de apropriação do *big data* animam o setor, potencialmente suscitando conflitos em torno de competitividade e privacidade e levando a novas parcerias público-privadas.

Na agricultura, porém, uma série de fatores restringe a velocidade de adoção, como a idade dos produtores, os custos e as limitações de infraestrutura. No entanto, os ganhos de eficiência já se fazem sentir. Os *softwares* de *big data* e a perspectiva de queda livre de preços de *drones* e sensores permitem combinar escalas de produção cada vez maiores com o controle e o conhecimento íntimo do terreno – antes vistos como vantagens exclusivas da pequena produção. A médio prazo, com a difusão da IoT, vislumbra-se uma agricultura controlada a distância, em que a presença física do técnico seria excepcional.

Mesmo inseridas em um pacote de *big data*, as biotecnologias experimentam hoje avanços técnicos na agricultura, como é o caso da tecnologia CRISPR/Cas9. Em princípio, esses avanços podem contornar conflitos oriundos da engenharia genética e ser operacionalizados a baixo custo e em pequena escala. A perspectiva de uma queda exponencial de preços também na IoT, combinada à natureza pública de muitas das informações que compõem o *big data*, possibilitam a apropriação dessa nova fronteira tecnológica por estratégias e políticas de desenvolvimento local e fortalecimento da agricultura de pequena escala.

As *traders* nasceram em um mercado global cuja criação dependia da aplicação das fronteiras tecnológicas de então – telegrafia, mercados a futuro, sistema ferroviário e navios a vapor. Nos anos 1980, se adaptaram à transformação marítima introduzida pela containerização e aos novos mercados financeiros. Hoje, incorporam sistemas SAP em todas as suas atividades, experimentam com IoT e introduzem tecnologias de *blockchain* em suas operações.

Ao mesmo tempo, são elas as principais produtoras de ingredientes para a indústria alimentar, ocupando a liderança do desenvolvimento de novos sabores, texturas e propriedades funcionais para responder à demanda por produtos mais saudáveis. Recorrem, para isso, às empresas especializadas em biologia sintética, que combinam as técnicas CRISPR/Cas9 com *big data analytics*. A biologia sintética avança com base em processos de autorregulação, mas já existem sinais de contestação que sugerem a necessidade de debates públicos amplos para negociar um quadro regulatório adequado.

Em relação às biotecnologias para a agroindústria, as inovações se originam em muitos setores diferentes. Estudos nos Estados Unidos sobre alimentos, agroquímicos e meio ambiente mostram o predomínio de empresas menores na geração de inovações. Os custos e as altas taxas de insucesso propiciam distintos tipos de colaboração, tanto com instituições públicas quanto com outras empresas privadas.

Na União Europeia, o avanço das biotecnologias na alimentação enfrentou oposições que não se restringem a um grupo ou faixa de renda ou de educação, e persiste já por várias décadas. Essa oposição, no entanto, não se estende a enzimas, leveduras e insumos na forma de rações. No continente, as maiores empresas alimentares e de varejo se afastam do uso de produtos de engenharia genética, e grande parte da pesquisa foi deslocada para os Estados Unidos. Já o setor farmacêutico não foi atingido da mesma forma.

Nos EUA, esses produtos não enfrentam a mesma oposição. Nos últimos anos, porém, houve movimentos a favor da rotulagem de produtos alimentares para indicar a presença ou não de ingredientes transgênicos. Ao identificar essa nova tendência, as grandes *traders*, depois de muitos anos de oposição, agora promovem cadeias de grãos livres de organismos geneticamente modificados (*non-genetically modified organisms* – *non-GMO* ou não GMO, em tradução livre).

Por outro lado, a busca de alternativas para ingredientes e aditivos tradicionais como açúcar, sal e gorduras trans está levando as empresas de biologia sintética às técnicas avançadas de genética, que, embora ainda não regulamentadas, já despertam sinais de oposição.

As novas exigências de qualidade e as inovações no ponto do consumo em torno do “lar conectado” e da “cozinha inteligente” estão levando as empresas de alimentos e bebidas à adoção de sistemas eletrônicos de rastreamento de suas cadeias de

suprimento, incluindo elementos de IoT. Essas inovações promovem uma integração maior com fornecedores e levam a uma coevolução de inovação tecnológica e mudança organizacional. A adoção dessas novas tecnologias é impulsionada por uma série de vantagens competitivas relativas a custos, diferenciação de produtos, qualidade e controle logístico.

A Nanotecnologia começa a ser explorada, sobretudo, no segmento de embalagens, no qual pode ser incorporada para impedir a oxigenação e estender a vida útil do produto nas prateleiras do comércio (*shelflife*). Ao mesmo tempo, pode identificar em tempo real a idoneidade do produto, eliminando o desperdício associado aos prazos de validade tradicionais. Embora alguns desses produtos já sejam comercializados, o comportamento de nanopartículas desperta preocupações com a saúde. Não existe ainda uma regulação de seus usos, mas a experiência das biotecnologias aponta para a necessidade de cautela.

No Brasil os esforços de inovação ainda são tímidos, segundo os dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014). Embora os setores de alimentos e bebidas dediquem uma porcentagem muito pequena de suas vendas a investimentos em P&D, uma parte importante das empresas está realizando inovações, especialmente de processo. Entretanto, a maioria dessas atividades é de natureza incremental e imitativa, sem um progresso claro nos últimos tempos. A comparação quanto ao grau de novidade dessas atividades é desfavorável aos setores brasileiros, não só em comparação com países avançados, mas também com países como Turquia e outros da periferia europeia. Os setores a montante dessa indústria desempenham um papel importante na mudança tecnológica.

A análise, no entanto, confirmou as conclusões de outras pesquisas sobre a existência de um grupo de PME inovadoras, sobretudo entre as atuantes em biotecnologia. A aquisição de *software* (um *proxy* das TIC) é considerada de baixa importância por mais de 70% das empresas consideradas inovadoras. No entanto, aqui também existe uma faixa de PME de 30 a 49 empregados (25%) que considera a aquisição de *software* um processo de importância média ou alta. Por outro lado, empresas líderes – ABInBev, BRF, Mondalez, Ingredion e Duas Rodas – investem em pesquisa, têm centros de pesquisa no país e avançam na aplicação de IoT, inteligência artificial (ia) e *big data analytics*. Suas linhas de investigação convergem com as prioridades das líderes globais: redução ou eliminação de sal e açúcar sem perda de textura e sabor, e desenvolvimento de novos ingredientes, aromas e sabores. Empenham-se também no *marketing* digital, ao automatizarem a integração de suas operações de produção, promoção e vendas e se inserirem nas redes sociais.

Já no elo agrícola brasileiro, os setores de ponta experimentam a aplicação de programas de *big data* de transnacionais e de empresas brasileiras a partir do surgimento de *hubs* de *startups* agrícolas, ainda que com um menor nível de conectividade. A Totvs por um lado e a Agrottools, em cooperação técnica com a IBM, já introduzem IA

e *machine learning*, enquanto as maiores empresas agrícolas testam essas tecnologias com resultados promissores em termos de custos e produtividade. As *traders* globais dominam o comércio brasileiro de *commodities* agrícolas e aplicam sistemas SAP e *blockchain* em suas operações. As brasileiras de maior porte – como Algar e Caramuru nos grãos, Raizen na cana-de-açúcar e Fibria na celulose – também estão envolvidas na produção e no processamento de matérias-primas, usando e estabelecendo parcerias relacionadas à digitalização e genética avançada. Ao longo da cadeia, evidencia-se a adoção de *big data analytics* e IoT entre grandes produtores de *commodities* por meio de soluções fornecidas tanto por *global players* presentes no Brasil quanto por uma nova geração de *startups* agrícolas nacionais.

Desafios e implicações

Um importante desafio para a indústria alimentar são as implicações potencialmente negativas dos alimentos que passam por muitas etapas de processamento – inclusive o segmento mais competitivo de pratos prontos –, vistos como uma das principais causas de obesidade e doenças associadas. O Ministério da Saúde calcula que mais da metade da população brasileira sofre de sobrepeso e 20%, de obesidade. A indústria se empenha em eliminar os ingredientes alvos de críticas e desenvolve novos componentes a partir de recursos de *big data* e avanços nas técnicas genéticas. No entanto, esse caminho corre o risco de enfrentar a mesma oposição que a engenharia genética.

O reposicionamento da indústria alimentar passa pelo desenvolvimento de novos conceitos de processamento, que reduzam ou eliminem ingredientes, sobretudo os danosos à saúde – tanto os tradicionais açúcar e sódio quanto os químicos. Confiar apenas em nomes de ingredientes familiares será muito mais difícil, mas algumas empresas já se pautam nesse objetivo. Esse desafio representa uma oportunidade para PME inovadoras, em particular as de ingredientes biológicos.

Para responder às críticas aos alimentos processados, a indústria alimentar pesquisa processos e ingredientes de substituição, recorrendo a novas fronteiras da genética, que incluem técnicas como CRISPR/Cas9 e a biologia sintética. Face ao risco de que sejam vistas como extensões da engenharia genética, será necessário estabelecer protocolos claros para a produção e a circulação de componentes nos laboratórios, bem como uma cuidadosa campanha pública de esclarecimento.

Um dos problemas estruturais mais significativos é o contraste e a falta de conexão orgânica entre uma indústria alimentar pouco competitiva e orientada para o mercado doméstico e os agronegócios de *commodities* extremamente competitivos internacionalmente. Isto prevalece, sobretudo, no setor de grãos – a maior fonte de ingredientes para a indústria alimentar e de bebidas. Essa separação foi aprofundada pela crescente subordinação das exportações de *commodities* às demandas do mercado chinês, que se interessa apenas por exportações em grão.

Por outro lado, vozes locais articulam crescentemente a necessidade de redirecionar o modelo agrícola no Cerrado que, em sua forma atual, pode não gerar condições inclusivas de desenvolvimento local e regional. Na agricultura, o modelo expulsa mão-de-obra – processo acelerado pela digitalização –, mas não gera empregos alternativos pela falta de verticalização. Ao mesmo tempo, a ocupação dessa fronteira agrícola foi um *trade-off* que priorizou a preservação da região amazônica. Hoje, o custo de sacrificar a rica biodiversidade do Cerrado está sendo questionado.

Nessa ótica, a sustentabilidade é o novo determinante da incorporação da digitalização no Cerrado. As empresas do segmento têm competência comprovada e dependem de um mercado internacional cada vez mais exigente do ponto de vista ambiental, tendo condições, portanto, de aprimorar, em parceria com centros de pesquisa, suas fontes de competitividade sustentável. A maior ameaça à absorção dessa tecnologia, porém, é que seus ganhos de eficiência em custos e produtividade aprofundem o modelo atual em vez de se orientar rumo a práticas sustentáveis e estratégias para geração de empregos e desenvolvimento da dinâmica local/regional.

O rastreamento já se tornou *sine qua non* para o acesso a muitos mercados internacionais e as técnicas de digitalização e IoT agora permitem a identificação em tempo real. Sua implementação na cadeia de carne bovina teria permitido contornar imediatamente os efeitos negativos da campanha em torno da “carne fraca”. Devem ser desenhadas, portanto, políticas para massificá-lo não apenas na cadeia de carne, mas no conjunto do sistema agroalimentar.

No entanto, como tendência geral, observa-se hoje uma taxa de adoção das tecnologias de geração avançada extremamente reduzida nas Agroindústrias. Para 2027, entretanto, espera-se uma importante elevação da taxa de adoção dessas tecnologias, o que pode estar fundamentado em estímulos da dinâmica competitiva setorial e na possibilidade de geração de impactos efetivos sobre diferentes atributos determinantes da competitividade. As evidências indicam que essas inovações podem ser implementadas em áreas distintas da empresa, num ritmo diferenciado, e que, eventualmente, podem surgir mecanismos de retroalimentação entre diversas funções organizacionais, capazes de gerar uma aceleração geral do ritmo de difusão.

Identificam-se transformações radicais em todos os elos do sistema agroalimentar como resultado dos impactos dos *Clusters Tecnológicos*, apontando para a necessidade de um novo arcabouço institucional e regulatório. Na agricultura, a maioria dos grandes produtores dispõe de Internet em suas fazendas e mostram interesse em incorporar *big data analytics*. No entanto, falta acesso a redes de alta capacidade e velocidade, cruciais para a incorporação e difusão de IoT.

Na agricultura familiar, que já conta com uma faixa importante de produtores plenamente tecnicizada, o problema maior não parece ser o acesso às tecnologias – cujos preços tendem a cair dramaticamente –, mas as novas exigências de qualificação

do agricultor. Essa carência demanda programas de extensão e assistência técnica de natureza distinta dos tradicionais programas do passado: a ênfase passa a ser a gestão, as soluções tecnológicas, o desenvolvimento de parcerias para implementá-las e canais de financiamento adequados a esse novo cenário.

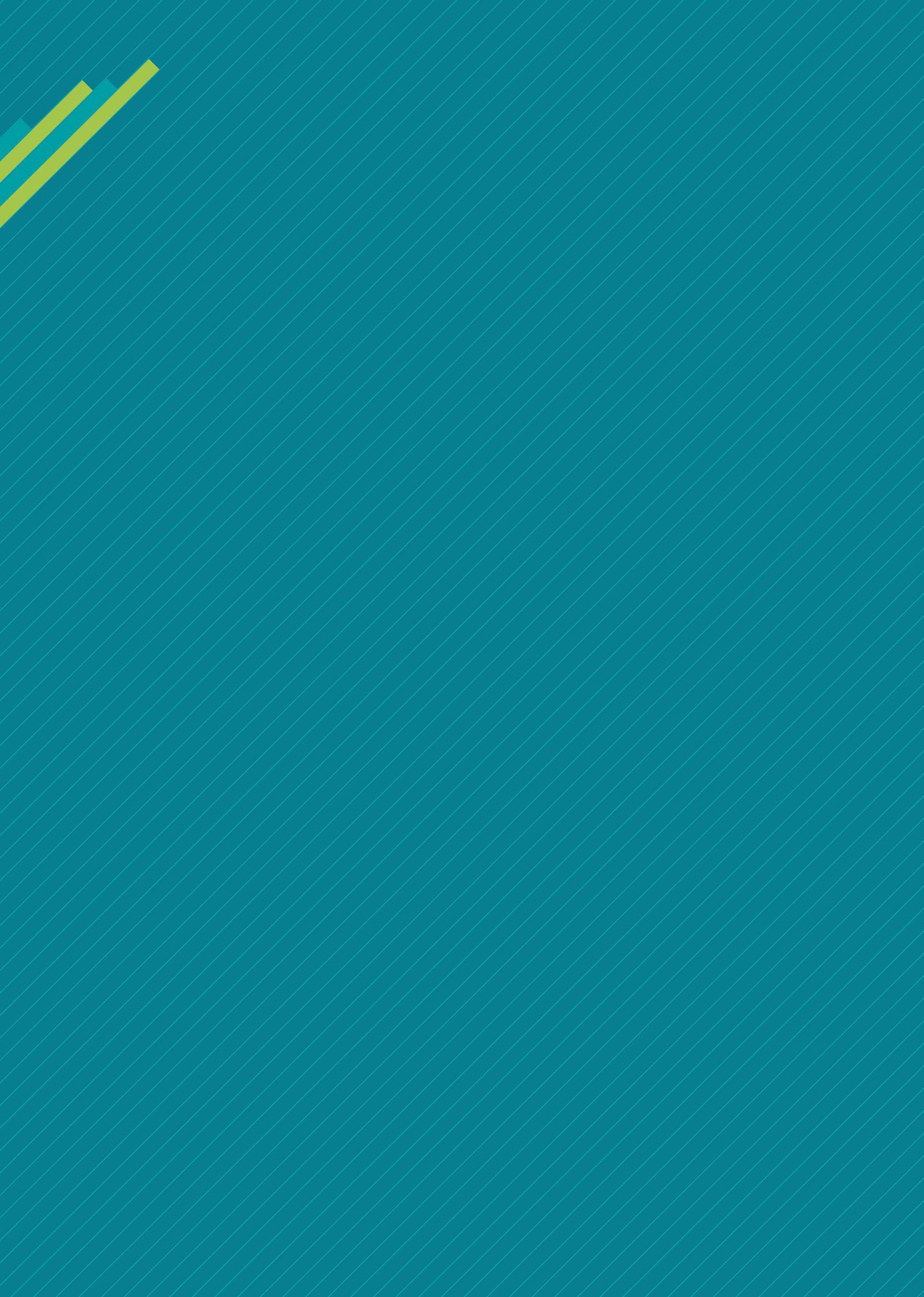
Os *startups* agrícolas, já evidentes nos serviços digitais para a agricultura, são a expressão de um novo modelo do ecossistema de inovação no sistema agroalimentar como um todo, à medida que esse se integra ao mundo digital. Esse modelo emergente deve ser objeto de reflexão e atenção para o desenvolvimento de programas envolvendo diferentes atores, como universidades, agências estaduais de inovação, a Financiadora de Projetos (Finep) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), para o fomento aos *hubs* locais e regionais.

Característica importante de um sistema agroalimentar sujeito à digitalização, a viabilização de atividades de PME em todos os seus elos é reforçada pela priorização de produtos frescos e naturais. Em estreita articulação com mercados via aplicativos, *smartphones* e redes sociais, as novas PME são componentes intrínsecos do novo mundo digital, tanto na agricultura quanto na agroindústria e nos *food services*. Demandam, contudo, critérios sanitários apropriados à sua escala – e não simplesmente a reaplicação dos padrões industriais vigentes.

Finalmente, empresas de todos os portes e de diferentes setores de origem estão ofertando soluções tecnológicas que combinam informações públicas – sobretudo sobre o clima – a outras colhidas junto aos produtores. Na sua forma mais acabada, o produtor faz o *upload* de dados relevantes e as empresas devolvem instruções diretamente aos equipamentos. Os limites de propriedade e utilização dos dados fornecidos pelo produtor são questões ainda em debate – o que inclui a opção por equacioná-las contratualmente entre as partes ou regulá-las formalmente.

Questões-chave incluem a anonimização dos dados, os direitos de exclusividade e transferência, as condições de privacidade e a necessidade das informações circularem, inclusive para beneficiar justamente quem as estão cedendo. As tecnologias tipo *blockchain* podem, aparentemente, dirimir o potencial de conflito entre propriedade da informação e importância econômica da informação circular amplamente. Alguns países estão elaborando códigos de práticas que serviriam para consensuar relacionamentos, mas ainda não há nenhuma referência estabelecida e aceita. Isso porque ainda não se chegou a consensos sobre que benefícios devem ser auferidos pelos cedentes da informação. Nesse sentido, quanto mais cedo os diversos atores relevantes iniciarem discussões a respeito, maior chance o Brasil terá de propor soluções no palco internacional.

Em resumo, os desafios e as implicações políticas da geração e difusão de novas tecnologias digitais e genéticas demandam diálogo público para identificar caminhos que melhor compatibilizem seu potencial com a manutenção e promoção de uma agricultura diversificada, sustentável, alinhada às necessidades de saúde pública e às novas tendências de consumo.



INTRODUÇÃO

O setor aqui compreendido como agroindústria engloba as atividades que têm na agricultura tanto um mercado para insumos e maquinaria quanto uma fornecedora de matéria-prima para processamento e comercialização. Trata-se, portanto, de setores alimentares e não alimentares que compartilham a especificidade da agricultura, nos quais se analisa aqui a forma de impacto de oito *Clusters* Tecnológicos, identificando seu potencial disruptivo sobre modelos de negócio, competitividade e padrões de concorrência. Os oito *Clusters* são: Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT), Tecnologias de Redes de Comunicação (Redes), Inteligência Artificial (IA), Produção Inteligente e Conectada (Produção Inteligente), Biotecnologia e Bioprocessos Avançados, Nanotecnologia, Materiais Avançados e Armazenamento de Energia.

As dinâmicas científicas, tecnológicas e de demanda dos vários segmentos das agroindústrias são diferentes. Esse documento, portanto, distingue dinâmicas específicas dos setores de madeira e celulose, açúcar, grãos, carnes, laticínios, bebidas e horticultura. O segmento de alimentos processados recebe atenção especial, assim como a redefinição das relações e a redução das especificidades entre essas cadeias pelos *Clusters*.

A agricultura, sobretudo o setor de alimentos, é sujeita a uma crescente regulação e normatização pelo “trilema” composto por mudanças climáticas, energia e segurança alimentar, aos quais podemos acrescentar saúde e bem-estar. Ao mesmo tempo, o setor é especialmente sensível à demanda (*demand-driven*) devido à posição estratégica do grande varejo e de serviços alimentares. As empresas líderes também atuam em diversas etapas de várias cadeias – e, em muitos casos, “antes e depois da porteira”. Assim, a análise percorre o conjunto das atividades ao longo de cada grupo de cadeias e adota uma visão transversal dos *Clusters* Tecnológicos – especialmente no caso do grande varejo e dos serviços alimentares.

O documento se divide em três partes. A primeira faz uma análise da estrutura industrial e competitiva do sistema agroindustrial nacional e mundial, bem como do foco setorial alimentos processados. Levando em conta as especificidades de diferentes atividades do sistema agroalimentar por tipo e grupo de produtos, analisam-se empresas de diferentes ramos e tipos de processos produtivos que exercem influência sobre a indústria. Destaca-se aí a indústria de alimentos e bebidas e seu peso para o setor manufatureiro.

Embora a concentração do valor da produção e da inovação se mantenha nos países já industrializados, o crescimento futuro do mercado se desloca para os emergentes, onde já estão surgindo empresas que avançam rumo à posição de *players* globais. São comparadas as características da indústria alimentar dos Estados Unidos e da União Europeia, contrastando o peso das PME nesta última com os altos níveis de concentração nos Estados Unidos e no Brasil. A análise do sistema brasileiro destaca o dualismo

entre um setor de *commodities* agrícolas muito competitivo internacionalmente e a indústria de processamento focada no mercado doméstico – apesar da liderança de empresas globais em importantes segmentos domésticos.

A segunda parte analisa os *Clusters* Tecnológicos relevantes (Biotecnologia, TIC, IoT e Nanotecnologia), as fontes de inovação e seus processos de difusão no mundo e no Brasil. Identificam-se as transformações tecnológicas significativas nesse sistema desde os anos 1980 e seus impactos, com foco nas grandes etapas do sistema agroalimentar e nas empresas líderes de cada etapa. Para isso, analisam-se os processos de inovação norte-americanos, europeus e brasileiros de acordo com tipos de empresa, formas de cooperação, fontes de inovação, parcerias público-privadas, dinâmicas de consumo e quadros regulatórios.

A terceira parte delinea os desafios e as implicações desses processos, dentre os quais se destacam: a) os avanços de adoção de tecnologias nas indústrias de *commodities*; b) a desconexão no ritmo de sua geração e adoção entre partes do sistema; c) os potenciais malefícios dos alimentos que passam por várias etapas de processamento para a saúde humana; d) os limitados esforços em inovação; e) a emergência de um novo perfil de empresas de base tecnológica; f) o desconhecimento sobre as novas tecnologias; g) os alimentos saudáveis como demanda social; e h) o potencial brasileiro para oferecê-los, principalmente por um novo perfil da agricultura familiar e o papel das cooperativas.



1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA AGROINDÚSTRIA E DO FOCO SETORIAL ALIMENTOS PROCESSADOS

1.1 Panorama internacional

O setor de fabricação de alimentos e bebidas representa na maioria dos países entre 10 e 30% da manufatura, contando com uma força de trabalho mundial de 25 milhões de trabalhadores e uma produção anual estimada em US\$ 4 trilhões (RASTOIN, 2012). Este valor está muito concentrado geograficamente: em 2009, os países de alta renda, que compreendem somente 16% da população mundial, produziram 64% do total. Porém, desde 2000 empresas de países emergentes como Brasil, Índia, China e Rússia alcançaram posições de liderança mundial, e esses países já são os mercados mais dinâmicos.

No investimento estrangeiro direto do setor, os principais protagonistas também são os países altamente industrializados, que realizaram 95% e receberam 87% dos fluxos totais em 2005-2007 (UNCTAD, 2009) – tratando-se, portanto, de investimentos Norte-Norte. No entanto, algumas multinacionais do setor têm surgido em outras áreas do mundo, como América Latina e Índia (ECLAC, 2005; NAZARETH, 2011). Por ser considerado “não cíclico” – um refúgio em tempos de crise –, o setor atrai investidores institucionais, como fundos de pensão norte-americanos, europeus e nacionais. Esse novo tipo de investidor tem induzido a expansão internacional, com empresas crescendo em ritmos muito dinâmicos (PALPACUER e TOZANLI, 2008).

Sua estrutura se caracteriza por alta heterogeneidade de mercados. As 100 maiores multinacionais produzem cerca de 38% do total mundial e se destacam na produção de tecnologias usadas pelo setor, pela agricultura e pelas indústrias de apoio. As firmas do setor procuram adquirir escala pela influência dos supermercados, cujas exigências sanitárias e de qualidade são difíceis de atingir para muitos pequenos fabricantes (RASTOIN, 2012).

Na União Europeia – 28 países (FOOD AND DRINK EUROPE, 2016a), a indústria alimentícia constitui o maior setor manufatureiro, com 13% do valor adicionado e 15% do emprego. O valor de suas vendas, que responde a 15,6% da manufatura, ultrapassa a soma agregada das vendas de alimentos processados dos Estados Unidos, da Austrália, do Brasil e do Canadá, e quase quintuplica o da indústria brasileira de alimentos e bebidas (Tabela 1).

A estrutura do setor na Europa se caracteriza pela enorme quantidade de PME (< 250 empregados), que respondem por 49,5% do valor das vendas, 62,8% do emprego e

99,1% das empresas. As microempresas, com menos de dez empregados, são cerca de 80% do total do setor e empregam 15,5% da sua força de trabalho. Essa estrutura explica que as vendas médias do setor por estabelecimento – € 3,7 milhões anuais – sejam bem menores que nos outros grandes países produtores – € 37,5 milhões no Brasil, por exemplo.

Tabela 1 – Estrutura das indústrias de alimentos e bebidas em países selecionados, 2012

Países	Valor das vendas (em bi de €)	Número de empresas	Vendas anuais por firma (em mi de €)	Empregos(milhares)
União Europeia-28	1.061	288.655	3,7	4.515
Estados Unidos	652	25.974	25,1	1.550
Austrália	71	13.018	5,4	240
Brasil	186	4.959	37,5	1.615
Canadá	73	8.318	8,7	266

Fonte: Adaptado de *European Commission* (2016).

A caracterização dessa indústria como um refúgio para o investimento nos períodos de crise se deve a seu papel de fornecedora de produtos indispensáveis para o consumidor das sociedades desenvolvidas, mesmo em circunstâncias economicamente difíceis. Em termos do valor das vendas, os subsetores mais importantes são carnes, outros alimentos e bebidas (EC, 2016). A categoria de outros alimentos, que inclui açúcar e confeitos, pratos preparados, café, chá, espécies e nutracêuticos³, apresentou o maior valor adicionado (25%) e o maior crescimento de vendas e produtividade de trabalho do setor entre 2003-2007 e 2008-2012.

Em 2014, as famílias europeias dedicaram em média 14% de seus gastos a alimentos e bebidas (FOOD AND DRINK EUROPE, 2016b) – uma demanda que vem mudando internamente nos últimos anos (EC, 2016), com o aumento da procura por alimentos funcionais (nutracêuticos) e enriquecidos pela crescente população idosa, por exemplo. Outra tendência é o aumento das vendas de orgânicos, que já representam 7% do total. Na França, a porcentagem de consumidores que compraram alimentos originados na agricultura biológica ao menos uma vez por mês cresceu de 40-45% entre 2005-2012 a 62% em 2014 – tendência que requer cada vez mais a rastreabilidade dos produtos e a cooperação entre produtores de matérias-primas e fabricantes de alimentos e bebidas. Na França, todas as grandes marcas competem nesses novos mercados (MARGETIC, 2015)

3. Nutracêuticos ou alimentos funcionais não são medicamentos nem aditivos nutricionais, mas produtos alimentícios que procuram melhorar a saúde, o bem-estar ou evitar doenças.

O setor do varejo europeu conta com cerca de 14 milhões de empresas, a maioria das quais são PME (FOOD AND DRINK EUROPE, 2016b) apesar da alta concentração do capital varejista no continente. Segundo a European Commission (2016), as cinco primeiras empresas correspondem a 94% do varejo moderno na Bélgica e 68% na Itália, e as marcas *own label* correspondem a cerca de 30% do mercado da União Europeia.

Na França, cinco empresas (Carrefour, Lucie, Casino, Intermarché e Auchan) controlam 90% das vendas dos hipermercados (FILIPPI *et al.*, 2008) – oligopsônios que têm levado à concentração do capital no setor de fabricação de alimentos e bebidas, inclusive nas cooperativas (FILIPPI *et al.*, 2008). A responsabilização legal dos supermercados por irregularidades tem estimulado a integração vertical da cadeia alimentícia, com um envolvimento muito ativo do varejo na autorregulamentação (EC, 2016).

Segundo Ménard e Valceschini (2005), os maiores varejistas europeus estabeleceram o *International Food Standards* (IFS), que impõe cláusulas mais severas que as normas oficiais de controle de qualidade e segurança dos alimentos. Esses autores enfatizam que a seleção de parceiros, assim como o desenvolvimento de linhas de comunicação confiáveis, é fundamental nesse novo tipo de organização da cadeia. A comunicação estreita entre parceiros, que parece ser o futuro da cadeia na Europa, depende em grande medida de TIC e do desenvolvimento de sistemas eficientes de transmissão de dados.

A produção europeia se destina principalmente ao mercado comum (*single market*) do continente, que recebe 92% de sua produção alimentar processada (EC, 2016) – uma vantagem relacionada ao contingente de 500 milhões de habitantes com um alto nível de renda. A exportação de apenas 8% dos alimentos processados a diferencia enormemente de outros grandes produtores, como Brasil, Canadá e Austrália, que exportam cerca de 30% de seus alimentos processados e bebidas. Por outro lado, assemelha-se mais à China.

Em termos de tipos de produtos, suas exportações se concentram em bebidas, outros alimentos, laticínios e carne, e as especialidades europeias como vinhos e licores, chocolate, queijos e cerveja. Já em suas importações, sobressaem óleo, peixe e alimentos altamente processados. Seu parceiro comercial mais importante é o bloco do Acordo de Livre Comércio da América do Norte (*North American Free Trade Agreement* – NAFTA), seguido da Associação Europeia de Livre Comércio (*European Free Trade Association* – EFTA), da Associação de Nações do Sudeste Asiático (*Association of Southeast Asian Nations* – Asean), dos países da África, Caribe e Pacífico (*African, Caribbean and Pacific Group of States* – ACP) e do Mercado Comum do Sul (Mercosul) (FOOD AND DRINK EUROPE, 2016a).

Alguns dos principais fatores do aumento recente da competitividade europeia são a rastreabilidade dos produtos alimentares, a ênfase na regulamentação da segurança alimentar e a Política Agrícola Comum (PAC), que influem fortemente no dinamismo e na própria estrutura da indústria alimentícia e de bebidas (MARGETIC, 2016). A intervenção comunitária reduz a volatilidade dos preços agrícolas e, portanto, melhora

o custo das matérias-primas, abatendo os custos totais dessa indústria. Por outro lado, a proteção tarifária nas fronteiras externas da União Europeia faz com que o produtor europeu de processados opere em condições favoráveis com relação aos de terceiros países, como o Brasil, ainda que o exportador brasileiro possa aceder às matérias-primas a um preço internacional mais baixo que o europeu.

A PAC não é imune a mudanças e evolui em função do contexto econômico mundial e das exigências da Organização Comum de Mercados (OCM). O setor agroindustrial, por exemplo, foi considerado “sensível” por muitos anos, dada a sua importância no consumo, na produção e no emprego europeus. Atualmente, porém, está passando progressivamente de uma economia fortemente regulada a uma economia dependente do mercado. A PAC 2015-2020 favorece a concentração e a competitividade das empresas e cooperativas europeias. No entanto, essa ótica pró-mercado pode voltar a mudar em função de novas ideias políticas com força crescente, como o nacionalismo econômico, o esforço *antidumping* social e fiscal e o lema *buy European* (“compre europeu”) (ABELLAN, 2017). Além disso, as políticas europeias do setor sofrem forte influência do Food Drink Europe, um *lobby* que opera em Bruxelas como interlocutor poderoso das autoridades comunitárias e conta com a colaboração de setecentos especialistas (MARGETIC, 2016).

A União Europeia-28 destina € 2,5 bilhões anuais – cerca de US\$ 2,8 bilhões – a P&D no setor de alimentos e bebidas (FOOD AND DRINK EUROPE, 2016a), no qual os subsectores tecnologicamente mais dinâmicos (EC, 2013) são:

- Fabricação de bebidas.
- Outros produtos alimentícios.
- Gorduras e óleos.
- Laticínios.
- Rações.
- Processamento de frutas e vegetais.
- Moagens e produtos à base de amido.
- Processamento de peixe e crustáceos.
- Processamento de carne.
- Processamento de produtos farináceos e padarias.

A inovação em embalagens desempenha um papel cada vez mais importante, com uma participação que se elevou de 6% das inovações setoriais em 2004 para 30% em 2012. Isso decorre da regulamentação europeia e das preferências dos consumidores, interessados principalmente em embalagens biodegradáveis que não afetem negativamente o meio ambiente e em embalagens inteligentes que indiquem se o produto está em boas condições para consumo. Como veremos a seguir, o uso de nanotecnologia pode ajudar a alcançar esses objetivos.

A União Europeia também conta com uma interação público-privada significativa para a inovação. Segundo um estudo baseado em dados do *Community Innovation Survey* (apud CILIBERTI *et al.*, 2015) que abrangem um período de cinco anos, o principal fator do nível de inovação de produto da empresa alimentar de 25 países do bloco é a cooperação com universidades e centros de pesquisa. No modelo econométrico do estudo, foi controlada a influência do apoio financeiro do governo à inovação das empresas, à aquisição de maquinaria/equipamento e à cooperação com fornecedores.

Esses esforços de inovação, porém, se dispersam diante do desafio da indústria alimentar europeia, que integra insuficientemente as novas tecnologias e é composta por empresas com reduzido nível de P&D e dificuldade para atrair pessoal especializado (EUROPEAN COMMISSION, 2016).

Nos Estados Unidos, o setor de alimentos e bebidas representa 14,7% do valor das vendas, 13,7% do valor adicionado e 14% do emprego da indústria manufatureira (USDA, 2017a). Segundo dados do censo norte-americano, o valor das vendas do setor aumentou em 6,7% no período 2008-2012, enquanto o número de pessoas empregadas diminuiu em 0,3%. A Associação para Tecnologias de Embalagem e Processamento (*Association for Packaging and Processing Technologies*) estima que o setor cresceu a um ritmo anual de 2,9% em 2016-2022, com destaque para o dinamismo do subsetor de carnes, com 3,0% (FOOD AND BUSINESS NEWS, 2017).

Como foi visto na Tabela 1, o setor é mais concentrado nos Estados Unidos do que na União Europeia-28, uma vez que o valor médio das vendas por estabelecimento é o segundo maior no grupo dos grandes países produtores, liderado pelo Brasil. Segundo dados do censo, esse valor cresceu 5,6% entre 2008-2012.

O subsetor alimentício mais importante nos Estados Unidos é o de produtos cárneos, com 24% do valor adicionado. Depois vêm os subsetores de laticínios (13%), bebidas (12%), grãos e oleaginosas (12%), frutas e verduras processadas (8%) e outros produtos alimentares (11%). O subsetor de carnes também se destaca por reunir 32% dos empregados do setor.

Os subsetores fabricantes de produtos de marca apresentam uma alta concentração de capital. As quatro maiores empresas controlam 68,3% do mercado de sopas pré-cozidas, 82,3% dos cereais matinais e 84,1% dos alimentos para bebês (USDA, 2017a). O mesmo se dá em setores que produzem *commodities*. A produção de açúcar de cana e de beterraba, por exemplo, está nas mãos de um pequeno grupo de grandes empresas, fortemente subsidiadas pelo Governo Federal (SUAREZ-VILLA, 2015).

Marion (1998) considera que a vantagem dos grandes processadores diante dos pequenos, na indústria alimentar estadunidense, foi aumentada pela elevação das barreiras à entrada no mercado, erguidas como consequência das práticas dos varejistas. O “aluguel” de espaços nas prateleiras dos supermercados é usado pelos grandes

como forma de excluir concorrentes. Ao mesmo tempo, a concentração de capital no varejo aumentou o poder monopsonico dos grandes supermercados, dificultando ainda mais a entrada de fabricantes pequenos e médios.

Quanto ao consumo, os dados de 2014 sugerem uma dieta nacional baseada principalmente em carne, ovos e grãos. Em média, a população estadunidense consome quantidades maiores desses produtos do que as recomendações e orientações nutricionais do Departamento de Agricultura do país para o período 2015-2020 (USDA, 2017b). Por outro lado, vegetais e frutas apresentam aumento, mas seguem abaixo do recomendado. Já a tendência entre 1970 e 2014 mostra incrementos moderados em todas as categorias de alimentos – exceto os laticínios, que sofreram leve queda. O tipo de carne mais procurado é o frango, cujo consumo *per capita* duplicou no período. Dentre os vegetais, destacam-se a batata e o tomate por conta do alto consumo de batatas fritas e pizzas.

Há problemas sérios de obesidade, que afeta um terço dos adultos e 17% das crianças e pode ser atribuído à queda dos preços dos alimentos e ao consumo exagerado de produtos que passam por várias etapas de processamento (USDA, s/d.; MONTEIRO *et al.*, 2017). Alimentar-se fora de casa está em alta desde a década de 1970, como indica o crescimento de 18% (1977-1978) para 34% (2011-2012) na parcela de calorias consumidas em restaurantes, lanchonetes e outros estabelecimentos – a exceção da série sendo o triênio de grande recessão 2007-2009 (USDA, 2017c).

Segundo um levantamento, 45% dos consumidores do país tentaram incluir produtos orgânicos na dieta em 2014, o que sugere certo grau de preocupação com a alimentação saudável (USDA, 2017c). Esse tipo de produção é definido nos Estados Unidos como o uso de práticas culturais, biológicas ou mecânicas que promovem o equilíbrio ecológico, o aproveitamento de recursos internos das empresas agrícolas e a conservação da biodiversidade. Os produtores orgânicos devem evitar o uso de hormônios, produtos químicos sintéticos e antibióticos, bem como organismos geneticamente modificados (OGM). Em 2015, a Associação do Comércio de Orgânicos (*Organic Trade Association*) calculava que as vendas de orgânicos ao varejo já representavam US\$ 43,3 bilhões – cerca de 4% das vendas totais –, incluindo produtos frescos e processados. Supermercados e restaurantes especializados lideram esse comércio, acompanhados por alguma oferta pela maioria dos varejistas – como Costco, Walmart e Target.

Os processos de concentração do varejo têm repercutido na concentração de capital nos mercados de alimentos processados e de bebidas. As cinco primeiras cadeias controlam atualmente quase 50% das vendas de alimentos nos supermercados (FORBES, 2012). Suarez-Villa (2015) observa que o mercado dos atacadistas também tende a uma forma oligopolista, já que as quatro maiores empresas fornecem 57% do frango, 65% do porco e 75% da carne bovina vendidos no país (WSJ, 2013).

Quanto à exportação, os Estados Unidos vendem no mercado externo cerca de 30% de sua produção de alimentos processados e bebidas. No período de 2003 a 2012, se comparados a outros grandes produtores (Austrália, Brasil, Canadá e União Europeia-28), melhoraram sua posição relativa à fatia do mercado internacional de produtos alimentícios e bebidas, assim como a produtividade de seu trabalho (EUROPEAN COMMISSION, 2016). A participação norte-americana no mercado internacional aumentou especialmente em produtos de moagem de grãos e féculas, produtos de padaria e farináceos, outros produtos alimentícios e bebidas alcoólicas.

O investimento privado dos setores de alimentos e bebidas norte-americanos em P&D atinge atualmente 0,73% das vendas (FOOD AND DRINK EUROPE, 2016b). Historicamente, o setor público liderava esse investimento dentre as agroindústrias, mas houve uma mudança significativa nos últimos anos. Em 2013, o setor público já tinha baixado sua participação para 30% dos investimentos em P&D agroindustrial, enquanto o segmento de fabricação de alimentos e rações estava quase totalmente nas mãos do setor privado. Igualmente baixos são os investimentos públicos em P&D para maquinaria agrícola, atividades agrícolas e saúde veterinária, assim como para a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais. Os setores público e privado se encarregam de diferentes aspectos do financiamento das agroindústrias: enquanto o primeiro fica responsável por boa parte da pesquisa básica, o segundo se dedica preferencialmente às tecnologias fáceis de patentear ou proteger com direitos de propriedade intelectual.

A Associação para Tecnologias de Embalagem e Processamento avaliou que, em 2016, os subsetores mais inovadores eram *snacks*; carnes e derivados; frutas e vegetais; e rações para animais de estimação (FOOD AND BUSINESS NEWS, 2017). Segundo a instituição, suas principais inovações são: a) embalagens para consumo individual do produto; b) embalagens que conservam o alimento fresco e avisam sobre sua validade; e c) uso de materiais reciclados – todas motivadas pela demanda por mais conveniência, segurança e sustentabilidade.

1.2 Panorama no Brasil

O agronegócio representa cerca de 23% do produto interno bruto (PIB) do Brasil – uma participação muito maior que nos Estados Unidos, onde se situa abaixo de 10%. Suas exportações, na casa de US\$ 86 bilhões em 2016, têm um peso ainda maior: quase 50% do total brasileiro. O país é líder mundial nas exportações de açúcar, café, suco de laranja e carne vermelha, segundo exportador de soja e aves e quarto em suínos. Em termos de valor de exportações, o setor mais importante é a soja, e o destino mais importante para este produto é a China – sendo a maior parte da produção exportada sem processamento.

A China se tornou a principal parceira do Brasil, recebendo 25% das exportações agrícolas nacionais. No entanto, essas exportações são quase exclusivamente de *commodities* não processadas ou semiprocessadas. As exportações de produtos altamente processados ou embalados (*packaged foods*) são pouco significativas e a indústria de processados visa fundamentalmente ao mercado doméstico. A Confederação Nacional de Agricultura e Pecuária (CNA) calculou que os agronegócios atingiram R\$ 1.425 trilhões em 2016, com uma participação da agricultura em R\$ 541,7 bilhões, dividida entre lavoura (R\$ 355 bilhões) e pecuária (R\$ 200 bilhões).

A comparação binacional entre os diferentes setores da cadeia agroalimentar indica que o Brasil se parece mais com os Estados Unidos de 1947 do que de 2000 (BELIK, 2002). Aqui, os três grandes setores agricultura, indústria alimentar e varejo/*food services* têm pesos comparáveis aos dos Estados Unidos de então, enquanto em, 2000, a agricultura norte-americana representava apenas 10%, a alimentar, 20%, e o setor de varejo/*food services* superava 60%.

O crescimento do setor de fabricação de alimentos está condicionado pelas características socioeconômicas do Brasil. Farina e Viegas (2005) observam que a pobreza de parte da população brasileira é negativa para essa indústria, já que o nível de renda leva ao subaproveitamento do enorme potencial do mercado interno. Em contraste, argumenta-se que a elasticidade de renda é maior que em outros setores manufatureiros, e os fatores socioeconômicos que podem beneficiar os estratos de rendas baixas, como aconteceu durante o Plano Real, têm rápidas consequências favoráveis para a Indústria Brasileira de Alimentos (IBA). Inversamente, os efeitos da crise econômica sobre a renda desses setores da população, a partir de 2013, podem afetar negativamente a evolução da indústria. As famílias brasileiras gastam em média 17,5% de sua renda em alimentação. Nos grupos socioeconomicamente mais baixos, a porcentagem é de 32,7% – quatro vezes a porcentagem gasta pelos grupos de maior renda (BEHRENS *et al.*, 2010).

Apesar da preocupação com os riscos tecnológicos, a Biotecnologia tem boa aceitabilidade pública. Uma pesquisa realizada em três grandes cidades brasileiras perguntava: “Você compraria um alimento geneticamente modificado?”. Os resultados indicam que, quanto maior o grau de instrução e a renda, maior a chance de resposta afirmativa (ODA & SOARES, 2010). É um contraste com a Europa, onde a resposta negativa a algumas aplicações da Biotecnologia é homogênea em todo o arco sociocultural. Já nos Estados Unidos, a pequena porcentagem que rejeita alguns desses produtos se concentra nos estratos socioculturais mais altos.

A dieta brasileira tem mudado muito. Segundo a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO, s/d), a composição da demanda revela um claro aumento de carne, peixes, frutas e vegetais entre 2000 e 2009, e, em contraste, uma estagnação da demanda de grãos. O grau de processamento dos alimentos e de bebidas na dieta também mostrou aumento, segundo um estudo realizado em

11 áreas metropolitanas brasileiras de 1987 a 2003 (MONTEIRO *et al.*, 2010). Esses autores observam que, nas últimas três décadas, os produtos frescos ou minimamente processados – por exemplo, feijão, frutos secos, frutas desidratadas, iogurte, café, chá, água engarrafada – e de ingredientes culinários processados – como óleo, margarina e massas – têm sido substituídos pelos produtos que passam por várias etapas de processamento, tanto nos grupos de renda baixa quanto nos de alta.

Esses produtos incluem *snacks*, sobremesas, biscoitos, pratos preparados prontos para aquecerem em casa, alimentos para bebês e refrigerantes. A mesma inversão se deu quanto à contribuição calórica de cada grupo. O estudo salienta que, ainda que inofensivos em pequenas quantidades e em combinação com alimentos mais saudáveis, o impacto negativo do consumo exagerado de que passam por várias etapas de processamento inclui obesidade, diabetes e outras doenças. Destaca-se ainda que a fatia do grupo desses produtos no consumo alimentício brasileiro é menor do que no Reino Unido e nos Estados Unidos.

A Associação Brasileira da Indústria Alimentar (ABIA, s/d) calcula que, em 2015, as vendas da indústria de processamento, inclusive semiprocessados, chegaram a US\$ 225 bilhões; dessas vendas, US\$ 41,3 bilhões foram exportados e US\$ 173,8 bilhões foram consumidos domesticamente – dos quais US\$ 117,7 no varejo e US\$ 25,5 bilhões nos *food services*. O mercado doméstico é o sétimo maior do mundo essencialmente autossuficiente, com a exceção importante do trigo e, em menor grau, dos lácteos. A importação de processados depende muito do câmbio e se restringe em grande parte a produtos de maior sofisticação, como vinhos, queijos e *packaged foods/snacks*.

Uma análise de um grupo de grandes exportadores de processados e bebidas mostra que o país manteve competitividade entre os períodos 2003-2007 e 2006-2012 (EC, 2016). Do primeiro ao segundo período, pioraram alguns indicadores e a participação no mercado internacional. Contudo, outros indicadores mantiveram um bom desempenho, como o ritmo de crescimento anual do valor adicionado e da produtividade do trabalho.

Há um crescimento lento da fatia do mercado internacional controlada pelas exportações brasileiras de alimentos processados de primeira ou segunda transformação. No mercado internacional de carne, por exemplo, a participação brasileira cresceu somente 0,4% em 2008-2012, enquanto a da União Europeia-28 aumentou 7,2% (EUROPEAN COMMISSION, 2016). Ainda assim, a balança comercial foi positiva e bem superior em volumes a dos outros grandes exportadores de carne (€11.953 milhões em 2012). No caso das frutas e vegetais processados, o crescimento das exportações foi mais lento (1,2%), em contraste com o crescimento das norte-americanas (16,3%) e das europeias (14,7%). Esse escasso dinamismo se observa também em outros produtos, como óleos e gorduras, e na categoria “outros alimentos”, que são os de maior valor adicionado.

Na primeira década e meia do novo milênio, cerca de 30 milhões de novos consumidores entraram no mercado, estimulando as vendas em bairros populares onde o varejo era menos presente e o surgimento de novas empresas de alimentos e serviços alimentares. Nesse processo, o setor ficou menos concentrado e as transnacionais perderam um pouco do seu poder econômico. Hoje, 17% da renda *per capita* dos brasileiros é gasta em alimentos. Apesar da manutenção da concentração em três grandes transnacionais – Casino, Carrefour e Walmart – e da entrada de regionais – como o chileno Cencosud –, o varejo ainda é menos concentrado que na Europa ou nos Estados Unidos. A CNA calcula que as dez líderes do varejo respondem por apenas 35% das vendas totais (GAIN, 2014).

O varejo sofre também a concorrência dos *food services*, uma vez que o país registrou um forte aumento no consumo fora da casa, tornando-se o quarto maior mercado mundial do segmento (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2017). As transnacionais do *fast food*, embora avancem rapidamente, ocupam ainda uma pequena parte do setor: a líder, McDonald's Corp, com mais de 1.500 lojas, é responsável por apenas 2,1 %, e as dez líderes somam apenas 5% de suas vendas.

Antes de ser atingido pela crise global de 2008, o setor sucroalcooleiro estava em pleno crescimento, recebendo uma onda de novos investimentos visando a liderar o nascente mercado global de etanol pelo avanço rumo à bioeconomia. A Braskem investiu em bioplásticos e várias empresas se lançaram na direção da segunda geração de biocombustíveis para dominar a tecnologia da celulose e gerar novas variedades de “cana-energia”. A crise, porém, levou muitas empresas do setor a encerrarem as operações, enquanto a falta de recursos para renovar os canaviais baixou a produtividade. Preços desfavoráveis para o etanol, a seca prolongada e a crise específica que abateu a Petrobras e a Odebrecht – importantes investidoras do setor – completaram esse quadro de fragilização.

A partir do início dos anos 2000, algumas empresas nacionais se expandiram na indústria de carnes mediante processos de fusão, aquisição e investimento, inclusive em esforços para lograr uma coordenação maior da cadeia, a adoção de tecnologias de qualidade, rastreamento e georreferenciamento. Essa transformação foi complementada por iniciativas de internacionalização apoiadas por políticas públicas e pelo BNDES. Essa modernização diminuiu drasticamente o abate clandestino, as pastagens plantadas e o semiconfinamento: sistemas modernos de manejo e de melhoramento genético estão deixando para trás a pecuária extensiva e as terras degradadas estão sendo incorporadas pelo avanço da soja.

O setor do café, historicamente o carro-chefe da agricultura brasileira de exportação, foi duramente afetado pelos produtos de qualidade da Colômbia e outros países, bem como pelo café barato do Vietnã. Desde os anos 1990, passou por importantes transformações de qualidade e produtividade. Estimulado pela nova demanda por cafés especiais na Europa e pelo surgimento de uma cultura de *coffee shops* no Brasil,

o setor implementou uma guinada na qualidade que levou as exportações a alcançarem até mesmo o exigente mercado japonês. Ao mesmo tempo, a produtividade mais que dobrou a partir de mudanças no processo produtivo e na mecanização da colheita.

O carro-chefe da agricultura brasileira desde o início do milênio é a soja, motivada externamente pela decisão chinesa de abrir mão da autossuficiência em rações e internamente pelo lançamento do Programa Biodiesel e pela pujança do setor de carnes. O avanço do grão anda cada vez mais em paralelo com o milho, que é plantado imediatamente após a colheita da soja e se tornou também um importante produto de exportação. A soja já incorporou o modelo de plantio direto com o uso de variedades transgênicas resistentes a herbicidas, o que simplifica o processo produtivo e estimula maiores escalas. Por sua vez, o Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras (Moderfrota), do BNDES, viabilizou a adequação dos plantadores a essas novas escalas.

Apesar de importantes avanços em produtividade, foi a expansão em área plantada – primeiro nos Cerrados e, em seguida, no Nordeste e Norte do país – que viabilizou esse crescimento. Em 1990, o Brasil plantou menos de dez milhões de hectares de soja, mas em 2016 já cultivava 33.890 milhões de hectares, produzindo 114 milhões de toneladas. Dessas, 52 milhões foram exportados em grão: 62% para a China e 14% para outros países asiáticos. Quase a metade, porém, se voltou ao consumo interno, demonstrando a importância da demanda doméstica. Na próxima década, espera-se aumentar a área cultivada com soja em mais de dez milhões de hectares (IEAG e ABAG, 2015).



2 OS *CLUSTERS* TECNOLÓGICOS RELEVANTES

2.1 Principais tecnologias disruptivas

Nem todas as tecnologias disruptivas têm a mesma importância para as agroindústrias e para o setor de fabricação de alimentos e bebidas.

A inovação no sistema agroalimentar tem sido fortemente influenciada pela especificidade dos processos biológicos, seja na agricultura, seja no processamento, seja no consumo. Uma inovação específica no tratamento do leite levou à criação da Nestlé; nos óleos, a Unilever; no processamento de grãos, a Kellogs e Quakers Oats. Essa especificidade é consagrada até hoje na identificação de empresas líderes com os produtos que deram origem a suas atividades. Cada grande cadeia – grãos, lácteos, carnes – se desenvolveu em separado em torno de conhecimentos e capacidades que serviam como barreiras à entrada de empresas de outras cadeias. Com a sofisticação dos produtos processados, essas barreiras foram se diluindo na fase de elaboração de produtos finais até se chegar ao desenvolvimento da categoria de *snackbars*, na qual se encontram ingredientes de todas as cadeias.

A aplicação da Biotecnologia à fabricação de alimentos se define como o uso de células vivas – ou parte delas – para produzir ou modificar os alimentos e os ingredientes alimentícios. Entre suas aplicações tradicionais estão, por exemplo, a produção de queijos e iogurtes, enquanto a segunda geração de produtos inclui as enzimas e micro-organismos utilizados para produzir ingredientes alimentares e de sabores. Senker e Mangematin (2008) observam que muitas das aplicações da biotecnologia ao setor de alimentos são geradas, de fato, por indústrias e serviços de apoio. Por exemplo, a produção de ingredientes como enzimas depende frequentemente de empresas químicas, do mesmo modo que a inovação no processamento está relacionada às consultorias de engenharia. As empresas de embalagem alimentar também adotam processos da Biotecnologia para produzirem embalagens que informam que o alimento está começando a estragar. Finalmente, as ferramentas de diagnóstico biotecnológico procedem muitas vezes de outros fornecedores do setor de alimentos e bebidas.

O setor de alimentos e bebidas também participa na produção de Biotecnologia. A análise de patentes indica que algumas das grandes multinacionais do setor desenvolvem por conta própria atividades inovadoras (ALFRANCA *et al.*, 2004). Essas empresas não são as únicas: um estudo sobre a economia espanhola mostra que 10% das empresas agrícolas e 14% das empresas do setor de fabricação de alimentos e bebidas estão envolvidas em atividades biotecnológicas (HOLL e RAMA, 2012).

No entanto, a difusão da Biotecnologia no setor depende em boa medida da atitude do consumidor e da regulamentação pública. No panorama internacional, os Estados Unidos e a União Europeia constituem dois polos bem diferenciados. Em 2016, a produção de milho não modificado nos Estados Unidos era só 6% a 7% do total (FOOD AND BUSINESS NEWS, 2017). Na União Europeia, a situação é inversa: a superfície plantada com milho geneticamente modificado é zero em quase todos os países, exceto na República Tcheca, Espanha, Portugal e Eslováquia (EC, 2008). Isso ocorre porque a regulamentação é mais restritiva e as atitudes dos consumidores são, em geral, mais cautelosas com esse tipo de produto, especialmente em relação aos cultivos transgênicos, com a introdução de um maior conteúdo proteico nos alimentos processados e a manipulação dos alimentos processados para aumentar a durabilidade ou mudar o sabor (PARDO e CALVO, 2006).

Nos Estados Unidos houve um aumento significativo da demanda de matérias-primas que utilizam OGM, mas alguns observadores pensam que se está produzindo uma reversão de tendências por causa da Internet, dos *blogs* e até da nova regulamentação do país, que obriga o fabricante a assinalar sua presença nas etiquetas dos produtos alimentícios (FOOD AND BUSINESS NEWS, 2017).

Um estudo sobre 15 países industrializados (12 europeus, Japão, Estados Unidos e Israel) sugere que a utilização de vegetais geneticamente modificados para a fabricação de remédios é geralmente aceita e o consumidor estaria aberto ao seu consumo, com as opiniões mais favoráveis localizadas nos Estados Unidos e em Israel (REHBINDER *et al.*, 2008). A maioria dos consumidores declarou não estar disposta a consumir produtos farmacêuticos obtidos pela manipulação genética de animais. Alguns autores pensam que, especialmente na Europa, uma visão romântica da natureza é a causa das percepções negativas da população sobre algumas aplicações da Biotecnologia (PARDO *et al.*, 2002). Outros sugerem que essas percepções derivam da insuficiência da avaliação dos riscos do *pharming* – termo que indica a conjugação de agricultura e farmacêutica – para a saúde humana e o meio ambiente e do comportamento por enquanto imprevisível de alguns produtos obtidos por manipulação genética (PAVONE *et al.*, 2011).

Respondendo a essas percepções, algumas empresas já estão criando linhas de produtos livres de OGM. Nos Estados Unidos, as empresas do *non-GMO Project*, que inclui a multinacional Cargill, aumentaram as vendas dessas linhas de US\$ 348,8 milhões em 2010 para US\$ 19 bilhões em março de 2016 (FOOD AND BUSINESS NEWS, 2017). No entanto, frequentemente encontram dificuldades para conseguir matérias-primas não modificadas geneticamente – oportunidade de negócio já detectada por empresas de primeiro processamento alimentar.

As estratégias de duas multinacionais norte-americanas são ilustrativas: a Bunge Milling começou recentemente a vender milho não modificado. Já a Archer Daniels Midland Co comprou em 2016 a Harvest Innovation, uma firma que processa matéria-prima não modificada geneticamente (FOOD AND BUSINESS NEWS, 2017).

Outro exemplo de reversão de tendências num cenário principalmente transgênico são algumas cooperativas argentinas com projeção no Brasil que, desde 2011, voltaram a trabalhar com sementes de soja tradicionais (CRAVIOTTI, 2017).

O Brasil embarcou com sucesso na produção de OGM, porém a possibilidade de uma reversão dessa tendência em alguns produtos finais do mercado interno deveria ser levada em conta, bem como a importância de mercados externos não GMO. Por outro lado, observa-se mais uma vez que, para determinadas tecnologias, a demanda de consumidores ou de alguns segmentos do mercado exige uma coordenação crescente da toda a cadeia alimentícia⁴. Nessa tendência, o papel das TICs é fundamental.

As TICs são geradas principalmente por indústrias e serviços do complexo eletrônico, embora algumas de suas tecnologias sejam produzidas pela própria cadeia alimentícia. Por exemplo, nos Estados Unidos empresas de varejo como Walmart e Target criaram seus próprios sistemas de informação sobre a cadeia alimentícia e exigem que seus fornecedores os adotem (GOLAN *et al.*, 2004). A evidência disponível mostra que sua difusão nos processos de trabalho do setor de fabricação alimentos e bebidas poderia ser substancial, ao menos em alguns países.

A adoção dos controles eletrônicos de rastreabilidade (CER) dos alimentos merece uma menção especial, porque permite conhecer a localização do produto e as transformações que ele sofre na cadeia alimentícia. Na França, a partir de uma amostra estatisticamente representativa de empresas do setor de fabricação de alimentos e bebidas, Galliano e Orozco (2013) observam que 77% adotam esses sistemas; os subsetores em que sua difusão é mais importante são os de frutas e vegetais preparados (86,3% das firmas) e o de carne (mais de 80%).

Galliano e Roux (2003) estabelecem que as empresas do setor de alimentos e bebidas que adotam a Internet e a Intranet nos processos de trabalho se diferenciam das demais pelas seguintes características:

- Utilizam *just-in-time* interno nos processos produtivos.
- Usam *just-in-time* externo nas relações da fábrica de alimentos e bebidas com fornecedores e subcontratantes.
- Preocupam-se com a certificação de qualidade (ISO e outros métodos) dos insumos comprados de fornecedores.
- Promovem uma maior participação de diferentes agentes da cadeia alimentícia, integrando os fornecedores na própria concepção do produto processado.

Nesse setor, Galliano e Orozco (2013) observam que as firmas que adotam CER também apresentam características específicas com relação as não adotantes:

- Organizam-se em forma fortemente hierárquica.

4. Como já vimos, nos Estados Unidos, essas linhas de produto ainda têm um efeito limitado sobre a agricultura.

- Adotam *just-in-time* e certificações de qualidade dos produtos.
- Mantêm relações contratuais com outras empresas, especialmente seus fornecedores.

A adoção de determinada tecnologia, portanto, acompanha uma reorganização interna da empresa e de suas relações com outros agentes econômicos da cadeia alimentícia. A adoção de TIC confere maior flexibilidade à firma e contribui para a obtenção de produtos de maior qualidade, inclusive submetidos a programas do tipo ISO, que aumentam sua competitividade. A rastreabilidade dos produtos, que é a chave para a entrada da empresa em certos mercados, só é possível pela adoção de TIC em toda a cadeia. Além disso, o envolvimento com atividades inovadoras está positivamente relacionado ao investimento em *inputs* como maquinaria, *software* e equipamentos – o que indica que essas aquisições desempenham um papel nos processos de transferência de tecnologia (CILIBERTI *et al.*, 2015).

No caso da adoção da Intranet, uma vantagem é a facilitação da localização da empresa em diferentes tipos de áreas; ela pode ter alguns estabelecimentos em áreas rurais para a compra de matérias-primas e ao mesmo tempo outros em áreas urbanas, próximas aos grandes centros consumidores (GALLIANO e ROUX, 2003). As empresas rurais agroalimentares têm maior predisposição a adotar TICs que as empresas rurais do setor manufactureiro, mesmo em áreas com carência de serviços especializados. Essas tecnologias são essenciais para a coordenação eficiente das empresas agroalimentares em relação às atividades no meio rural e no meio urbano, próximas respectivamente dos centros produtores de matérias-primas e dos grandes consumidores.

Este é um aspecto importante em um país como o Brasil. Nossas dimensões continentais e a variedade de climas, que permitem a produção tanto de matérias-primas tropicais quanto de clima temperado, possibilitam à empresa organizar-se em uma multiplicidade de estabelecimentos disseminados pelo país. Nessa situação, é evidente a necessidade de comunicação ágil intraempresa e com diferentes fornecedores e clientes regionais.

As TIC também permitem comunicação mais ágil com os mercados internacionais. Um estudo quantitativo com produtoras espanholas de azeite de oliva concluiu que as que adotaram TIC e formaram os seus trabalhadores nas habilidades digitais têm maior probabilidade de exportar, já que se faz necessário um esforço simultâneo de treinamento da força de trabalho (MEDINAVIRUEL *et al.*, 2016).

Assim, a adoção de TIC nos processos de trabalho das empresas alimentares parece acompanhar um esforço de melhoria da qualidade do produto, com uma reorganização das relações com fornecedores e uma maior flexibilidade geográfica. Todos esses fatores influenciam positivamente no desempenho econômico dessas empresas.

O mesmo ocorre com a utilização de IoT, um tipo específico de TIC gerado por empresas e serviços do setor eletrônico, em alguns casos com a cooperação ativa

da empresa do setor de alimentos e bebidas. No caso específico das tecnologias usadas no “lar conectado”, os fabricantes de aparatos eletrodomésticos também têm um papel.

O *Eclipse IoT Working Group* é uma colaboração entre organizações e indivíduos que compartilham o objetivo de criar uma IOT aberta, com um projeto específico de lar conectado chamado *Eclipse Smart Home*⁵ (AL-FUQAHA *et al.*, 2015). A tecnologia já é utilizada por empresas como a alemã Miele, produtora de cafeteiras manuais e filtros para preparar café em casa. Conectada, a cafeteira pode se coordenar com outros tipos de aparelhos – lâmpadas elétricas, lavadoras de roupa, detectores de fumo – de diferentes marcas, como Philips ou Osram. No horário indicado por um aplicativo, o café da manhã é preparado automaticamente, a calefação do banheiro é ativada, a música é ligada e as persianas da casa, abertas.

O sistema da cozinha inteligente (*smart kitchen*) é outra aplicação da IoT que permite inventariar os alimentos armazenados em casa, adotar medidas de controle da dieta, preparar a comida à distância e conectar o refrigerador, o forno, a cafeteira etc. Outras aplicações analisam os produtos que o consumidor tem em casa: detectam o nível de contaminação do óleo, identificam se o leite está estragado ou avaliam se os ovos são frescos, ajudando o consumidor a aferir a segurança antes de consumir. A multinacional coreana Samsung já vende um refrigerador com câmeras fotográficas internas que permitem visualizar o conteúdo a partir de uma localização remota, ajudando o consumidor a decidir se deve passar pelo supermercado antes de voltar para casa. Outros refrigeradores detectam que produtos estão perto da data de validade e precisam ser consumidos preferentemente a outros, mais frescos.

Ainda é cedo para avaliar as consequências socioeconômicas da adoção desse tipo de tecnologia. Não obstante, é possível que a difusão da IoT possa contribuir com reduções do desperdício, altíssimo em áreas como a União Europeia, onde um terço dos alimentos é jogado fora. Isso poderia contribuir indiretamente com a redução do volume de alimentos comprados e da frequência do consumo fora do lar – crescente nas grandes metrópoles –, porque ajuda os menos experientes a cozinhar.

Na fábrica, a IoT pode ajudar a reduzir custos de manutenção da equipe, porque seu sistema detecta os problemas antes que ocorram (FOOD INDUSTRY EXECUTIVE, 2017). Certuss, um fabricante de maquinaria para o setor de fabricação de alimentos, recolhe milhares de dados de temperatura, pressão do vapor etc. em todo o mundo para fazer uma manutenção preditiva dos seus produtos, reduzindo os custos de manutenção. Essa tecnologia pode ser implementada em cooperação entre o fabricante de alimentos e o fornecedor tecnológico, como é o caso da multinacional italiana Barilla, que coopera com a Cisco para tornar a cadeia alimentícia mais transparente e ajudar o consumidor final a rastrear o produto.

5. Ver <https://iot.eclipse.org/>.

As cadeias virtuais de fornecimento que usam IoT constituem um aprimoramento dos sistemas de rastreabilidade dos alimentos já analisados neste relatório (VERDOUW *et al.*, 2016). Nas cadeias que a usam, numerosas indústrias e serviços podem convergir para gerar a tecnologia e colocar o sistema em funcionamento: o setor de alimentos, os setores de atacado e varejo, o setor de serviços – incluídos bancos, companhias de seguros e autoridades públicas –, as indústrias TIC, os operadores da nuvem e os serviços de *software*.

A difusão doméstica da IoT pode ser lenta por enquanto, inclusive nos países mais industrializados, por causa de seu preço elevado. Por exemplo, o preço do café em grão para processamento na cafeteira da Firefox é de € 12 por 250 gramas, enquanto as chaleiras inteligentes que preparam o chá antes que o consumidor entre em casa custam € 120. Já o refrigerador da Samsung mencionado anteriormente tem um preço de cerca de US\$ 3.500. Além disso, esses produtos têm pouca aplicabilidade em países com grande presença de empregados domésticos ou de consumidores que costumam cozinhar.

Ainda que o preço dos sensores tenha caído substancialmente na última década, a adoção da IoT na fábrica e na cadeia alimentícia tende a ser dificultada pela resistência de muitas empresas a permitirem que seus dados sejam recolhidos, conservados numa nuvem e analisados.

As possibilidades de sua difusão na cadeia alimentícia são maiores no varejo ou no setor exportador, inclusive o transporte marítimo de produtos perecíveis, que recebe apoio da União Europeia. A plataforma *Future Internet Business Collaboration Networks in Agri-Food, Transport and Logistics* (FIspace), que utiliza a tecnologia de nuvem para facilitar o contato e a cooperação entre empresas, recebeu apoio financeiro do VII Programa Marco da União Europeia⁶. Em 2013-2015, sua primeira fase foi posta à prova pela agroindústria o transporte e a logística. Outro potencial da IoT é a solução de problemas derivados da natureza perecível dos produtos, as variações imprevisíveis dos suprimentos e as exigências rigorosas de segurança e sustentabilidade. Sua implementação, porém, requer uma infraestrutura segura e confiável (VERDOUW *et al.*, 2016).

Por fim, o *cluster* da Nanotecnologia tem também ampla aplicabilidade nas agroindústrias. De um lado, nanopartículas naturais – como proteínas, gorduras ou carboidratos – são processadas por métodos tradicionais, como a homogeneização e a emulsificação. De outro, algumas nanopartículas fabricadas, por se comportarem de forma diferente das tradicionais, devem ter sua segurança alimentar estudada caso a caso. Em princípio, podem ser usadas para impedir a entrada de oxigênio nas embalagens de plástico, reduzindo a possibilidade de que o produto estrague. Os nanossensores, por sua vez, podem detectar a presença de bactérias e reduzir o risco da contaminação. No entanto,

6. Para mais informações, ver: <https://www.fispace.eu/whatisfispace.html>.

segundo o *lobby* FoodDrinksEurope, o possível efeito de alguns nanomateriais sobre os pulmões, o cérebro ou o DNA é especialmente preocupante e demanda mais pesquisa. No momento, o poder público e as empresas se pautam com cautela a esse respeito.

As aplicações efetivas da Nanotecnologia ao setor são ainda incipientes e, embora os setores público e privado realizem pesquisas, a prudência está ditando os ritmos de seu lançamento no mercado. Uma estratégia similar poderia ser sugerida tanto ao setor público brasileiro quanto ao setor privado.

2.2 Experiência internacional

A inovação nos setores de alimentos e bebidas tende a ser incremental mais que radical, devido à regulamentação pública, que geralmente é prudente, e ao conservadorismo dos consumidores. O turismo, as migrações internacionais e as receitas na Internet têm promovido a familiaridade entre gastronomias diversas, mas os alimentos continuam sendo os mais culturais de todos os produtos. O estabelecimento do mercado comum europeu não aumentou muito, por exemplo, o consumo do azeite de oliva – um produto tipicamente mediterrâneo – nos países escandinavos, porque os hábitos alimentícios são muito persistentes e não respondem exclusivamente à disponibilidade dos produtos nem aos preços (GRACIA & ALBISU, 2001).

Estudos empíricos internacionais mostram que a carência de ativos complementares – como recursos para publicidade, *marketing* ou logística – pode não apenas comprometer o sucesso das inovações no mercado, mas inclusive fazer com que a empresa alimentar, desde o início, sequer tente inovar (RAMA e VON TUNZELMANN, 2008). Dispor de recursos para publicidade permite que a empresa inovadora colha os benefícios econômicos do esforço tecnológico, especialmente nos subsetores que vendem produtos de marca aos supermercados. Triguero e outros (2013) observam que, na indústria espanhola, a grande diferença entre a inovação do setor de fabricação de alimentos e bebidas e do resto do setor manufatureiro é a importância relativa dos fatores de *marketing*.

Embora a indústria alimentícia seja frequentemente caracterizada como tradicional, hoje ela utiliza um amplo espectro de ciências e técnicas e, pelo seu tamanho, poderia exercer um efeito locomotor sobre o desenvolvimento de indústrias de apoio que geram tecnologias de ponta. Vários autores mostram que os *spillovers* (divulgação voluntária ou involuntária de conhecimentos) e a tecnologia imitativa são muito importantes nessa indústria, inclusive os oriundos de outras indústrias (RAMA e VON TUNZELMANN, 2008). A análise de patentes europeias (ACOSTA *et al.*, 2013) indica que as fontes de conhecimento externo mais usadas no desenvolvimento de inovações pelo setor de fabricação de alimentos eram, em 1998-2006, os setores de engenharia e metal-mecânico, de engenharias de processo e equipamentos, e de química e farmacêutica.

Em vista da importância de diversas ciências e técnicas para o setor, é crescente a difusão da *open innovation* e, especificamente, da cooperação com parceiros externos ao grupo empresarial para a inovação. Na Espanha, os fabricantes de alimentos e bebidas têm maior propensão a estabelecer relações de cooperação para a inovação do que outras empresas manufatureiras (BAYONA-SÁEZ *et al.*, 2013). O crescimento do *open innovation* se deve provavelmente ao encarecimento da inovação no setor de alimentos nos últimos anos (GARCÍA-MARTÍNEZ, 2013). A cooperação em P&D também pode trazer outros benefícios para as empresas alimentícias, como a operação em nichos de mercado cuja tecnologia elas ainda não dominam.

Uma análise não paramétrica sobre PME de fabricação de alimentos e de bebidas de seis países da União Europeia mostra que as firmas que não estabeleciam nenhum tipo de cooperação para inovar tendiam a ser menos inovadoras (MINARELLI *et al.*, 2015). Na maioria dos países, o parceiro preferido para inovação são os fornecedores de equipamento, materiais, componentes ou *software*. Isso sugere que a difusão de novas tecnologias – ao menos das TIC – ocorre com frequência via cooperação entre os que geram essas tecnologias e o setor de fabricação alimentar.

Outra forma de cooperação com potencial na Europa é a parceria com universidades e centros de pesquisa (MINARELLI *et al.*, 2015). Na União Europeia, são as pequenas empresas de alimentos do mundo rural, com escassas possibilidades de ter departamentos de P&D próprios, que parecem valorizar especialmente esses parceiros (AVERMAETE *et al.*, 2004), com efeitos positivos sobre a possibilidade de lançar novos alimentos e bebidas no mercado.

Os clientes também são importantes fontes de ideias para o setor de alimentos. A informação dos supermercados sobre as preferências do consumidor é frequentemente mais detalhada que a do próprio setor de alimentos. Mais recentemente, a cocriação de produtos com os consumidores, frequentemente por meio das redes sociais, oferece às empresas a possibilidade de produzir alimentos de maior valor adicionado a partir de um entendimento aprofundado das necessidades daqueles (ARCESE *et al.*, 2015).

Nota-se, portanto, que os impactos dos *Clusters* são diferentes nos grandes elos da cadeia agroalimentar. No montante da agricultura, as empresas líderes se dividem entre fertilizantes, insumos químicos, sementes e maquinaria. No setor de fertilizantes, trata-se de empresas de *commodities* que, embora fragmentadas de acordo com os distintos componentes (nitrogênio, potássio e fósforo), agem tradicionalmente em estruturas oligopolizadas. As empresas de sementes, a partir dos anos 1980, foram majoritariamente incorporadas pelas de insumos químicos, que passam hoje por um processo de fusões e aquisições que levou três empresas ao controle de dois terços do mercado: a Bayer, que comprou a Monsanto, a China Chem, que comprou a Syngenta, e a DowDuPont, fusão de Dow e DuPont. No setor de maquinaria, Deere, CNH, Kubota e AGCO contam com mais da metade do mercado global, cujo valor, em 2014, era de

US\$ 114 bilhões (ETC, 2016). O valor ultrapassa o mercado de sementes e insumos, que no mesmo ano faturou US\$ 96,7 bilhões.

Durante 20 anos, Monsanto, Syngenta e DuPont consolidaram o controle sobre o mercado de sementes pelo domínio técnico e patentário da engenharia genética. O setor público se retirou da atividade e os transgênicos avançaram avassaladoramente nos grandes cultivos de milho, soja e algodão. No entanto, uma oposição sustentada do lado do consumo, principalmente na Europa, frustrou as atividades de P&D dessas empresas. Assim, a rota de engenharia genética ficou essencialmente localizada em torno de variedades tolerantes a pesticidas e herbicidas, sem oferecer soluções aos desafios das mudanças climáticas.

Os avanços na genética, por outro lado, passam cada vez mais pela integração ao mundo do *big data* na forma de sequenciamento genômico e, mais recentemente, pelas técnicas de edição de genes (CRISPR/Cas9), que ampliam enormemente as possibilidades de identificação e controle da expressão de características genéticas sem implicar transferências interespécies. Essas técnicas, de baixo custo e sem barreiras à entrada ou de regulação, foram desenvolvidas no âmbito universitário e até o momento não sofreram uma apropriação excludente pelas empresas líderes. Assim, abre-se uma oportunidade, tanto no setor público quanto no privado, de renovar políticas e estratégias genéticas num contexto de esgotamento das principais patentes de sementes transgênicas e de busca por estratégias alternativas de controle do mercado – um cenário também válido para a genética animal (ARRUDA, 2017).

Outros autores consideram as novas técnicas de edição de genes apenas uma ferramenta de aprofundamento da engenharia genética chamada biologia sintética. Todas as empresas líderes de agroquímicos estão colaborando com empresas de biologia sintética, sobretudo para o desenvolvimento de *microbials*, que interagem com sementes e solos para aumentar rendimento e resistência a pestes.

Já as tecnologias de *big data analytics* estão sendo mobilizadas para encurtar o tempo e os custos da identificação e do desenvolvimento de novas variedades. A Syngenta desenvolveu um sistema para otimizar o desenho de experimentos de teste de rendimentos, alavancando plataformas de *open innovation*. Estima-se que a economia gerada apenas no segmento de soja seja de US\$ 278 milhões em comparação aos métodos tradicionais (BYRUN e BINGHAM, 2016).

Da mesma forma como o *big data* toma a dianteira na genética, as empresas de maquinaria agrícola transformam os tratores em *hardware* para aplicativos cada vez mais abrangentes, e sua cabine se torna um verdadeiro escritório virtual. O georreferenciamento e a navegação por GPS iniciaram a transição para uma agricultura de precisão, com insumos calibrados de acordo as condições da propriedade. O apoio de sensores, *drones* e sistemas de informação sobre o clima indica o início da era da agricultura digital, ou “agricultura 4.0”, com as empresas de maquinaria numa posição privilegiada para pilotar esse conjunto de inovações.

A navegação inteligente, com uma precisão de dois centímetros, permite que o fazendeiro gerencie suas atividades em tempo real a partir da cabine de equipamento. O avanço de IoT e do processamento em nuvem, por sua vez, permitirá a interação entre diferentes máquinas nas operações de plantio e colheita.

As empresas de sementes e insumos químicos compreenderam esse deslocamento do poder econômico para o controle dos sistemas de informação sobre o uso de insumos, cujo ponto de passagem obrigatório é o trator inteligente. Por isso, recentemente se estabeleceu um leque de acordos entre Deere, CNH e AGCO, por um lado, e Monsanto, Bayer, Syngenta, Dupont, Dow e BASF, por outro. Ao mesmo tempo, cada empresa estende suas atividades a diferentes segmentos do mundo digitalizado. A Monsanto comprou a Precision Planting em 2002 e a The Climate Corporation em 2003 – ambas desenvolvedoras de sistemas de informação para gestão de fazendas. Deere, CNH e AGCO estão adquirindo empresas de *drones*. Não está claro como a China Chem, que comprou a Syngenta, irá se posicionar, mas a aquisição coincide com a decisão de modernizar a agricultura chinesa pela via dos agronegócios, e pode-se esperar um avanço rápido em direção à agricultura de precisão, dadas as condições excepcionais de estresse e escassez de recursos na China. Esse novo mercado de agricultura digital atrai também grandes empresas de informação de fora do setor – Google e IBM – e cria um mercado promissor e atraente de seguros agrícolas.

Surpreendentemente, cresce a relevância das empresas de maquinaria agrícola na inovação, mas o ritmo de sua adoção é ainda limitado, mesmo em regiões de agricultura de escala, como o meio-oeste norte-americano ou o Cerrado brasileiro e a Europa. As causas dessa lentidão incluem limitações de acesso à Internet, custos de adoção e desafios de gerenciamento – sobretudo face à média elevada de idade dos agricultores em muitos lugares. Resistências e conflitos estão surgindo também em torno da propriedade dos dados colhidos pelos vários sistemas e da cobrança por dados gerados pelo setor público.

A adaptação de uma “agricultura 4.0” a propriedades menores é um desafio, embora a miniaturização das máquinas e a previsão de uma redução drástica nos preços de sensores e *drones* abram amplas perspectivas de adoção. A digitalização é um fator que pode acelerar o surgimento de novos modelos de negócio (megafazendas ou *mega-farms*). No Brasil, são essas as empresas que mais recorrem às novas tecnologias.

A bioeconomia se assenta num novo modelo agrícola de biorrefinarias, que por sua vez se viabiliza com tecnologias ditas de segunda geração, baseadas na capacidade de liberar os açúcares de madeira e fibras. Assim, tudo – agricultura, floresta, alimentos, não alimentos – se reduz a biomassa para transformação em uma multiplicidade de produtos alimentares e não alimentares, a depender da demanda e dos preços. Esse modelo é objeto de políticas públicas na União Europeia.

A proposta da bioeconomia se apoia também em uma nova rota de desenvolvimento da biotecnologia: a biologia sintética, que combina disciplinas da engenharia, da informática e da biologia. Com base em *big data analytics* e nas técnicas tipo CRISPR/Cas9, ela avança para além da manipulação de genes individuais ao desenhar e padronizar componentes biológicos – ou até mesmo estruturas biológicas inteiras – para modificar o funcionamento de organismos. Na área agrônômica, além da produção de *microbials*, seus objetivos são: aumentar a resistência a condições de estresse hídrico e térmico e modificar a rota da fotossíntese para acelerar o crescimento e promover a fixação de nitrogênio.

A biologia sintética está transformando as tecnologias de fermentação, cruciais para o avanço do modelo de biorrefinarias, que foram concebidas para biocombustíveis e *bulk chemicals*. Empresas petroquímicas, agroquímica, florestais e *traders* estão investindo na área, enquanto as novas técnicas de fermentação viabilizam a reprodução de sabores, fragrâncias e óleos naturais em concorrência direta com a agricultura. A ADM trabalha com a Ginko Bioworks na produção de ingredientes, e a Cargill lançou recentemente, em parceria com a Evolva, um adoçante de estévia a partir dessa tecnologia.

No momento, o quadro regulatório para a biologia sintética é pouco desenvolvido. A comunidade científica promove protocolos de autorregulação e estabelece padrões para as partes fabricadas do DNA, o que facilitaria a sua circulação e reprodução. Embora técnicas como CRISPR/Cas9 possam ser acessíveis, empresas como a Joule Unlimited estão em busca de uma estratégia de patentes muito abrangente, inclusive de processos – a mesma estratégia adotada pela primeira geração de empresas de engenharia genética. A aceitabilidade dessa nova rota de biotecnologia, porém, ainda está em questão. Algumas empresas ícones, como Häagen-Dazs e Ben & Jerry's, já se comprometeram a não usar essas técnicas em seus produtos ou insumos, que são cultivados por pequenos fazendeiros. Isso sugere que a voz contestadora da sociedade civil pode logo se fazer sentir.

Os *traders* enfrentam diversos problemas de gerenciamento de cadeia de fornecedores, para os quais estratégias de digitalização integrada são mais desafiadoras, mas já começam a transformar modelos de negócios e de coordenação. A Cargill já adotou o modelo SAP de planejamento de negócios integrado (*integrated business planning* – SAP-IBP) para a cadeia de sal e, em busca de uma cadeia inteiramente sustentável de óleo de palma, está implementando um sistema de monitoramento e captação de dados por *drones* nas plantações da Malásia. Ao mesmo tempo desenvolveu, em parceria com a Consumer Physics, o *software* Reveal, que rastreia em tempo real a alimentação de seu rebanho leiteiro. No que se refere ao modelo de negócios, a Cargill iniciou uma transformação voltada à centralização das operações em uma base única.

Todas as empresas líderes estão desenvolvendo sistemas para digitalizar as suas operações comerciais. A Bunge adotou em 2015 o CargoDocs para eliminar todos os documentos físicos e planeja ter *bills of lading* e *presentations* eletrônicos para todas

as operações de grãos e oleaginosas. Já a ADM adotou a plataforma Tradeshift, e a Luis Dreyfus desenvolveu a Demeter International Trading, uma plataforma *in-house* já implementada na Argentina e cuja extensão para outras operações é pretendida.

No momento, a digitalização, com foco na eficiência, está sendo adotada por todas as empresas líderes. Isso pode estabelecer uma forte barreira à entrada de novos atores, sobretudo os menores e nacionais que estão aproveitando a expansão das *commodities*, como Amaggi, Algar, Caramuru. A maior ameaça à hegemonia às grandes *traders* vem da entrada de novas empresas asiáticas, sobretudo da China, mas também do Japão e da Coreia do Sul, cujos mercados se tornaram um destino relevante de *commodities* agrícolas.

Atualmente, as empresas líderes da indústria de alimentos processados estão mergulhadas na busca de rotas alternativas de eliminação ou redução drástica de ingredientes-chave de suas técnicas de preservação: açúcar, sal, e óleos, bem como muitos ingredientes químicos. Isso as leva a uma aproximação às pesquisas e empresas inovadoras na nova fronteira das biotecnologias. Da mesma forma, exigências de controle de qualidade, segurança alimentar, transparência e sustentabilidade – para não falar das costumeiras pressões por eficiência – estão levando essas empresas a adotarem o conjunto das práticas do mundo digitalizado – *big data analytics* e IoT.

2.2.1 Nestlé

A Nestlé prioriza a inovação em seus centros de P&D, estabelecidos em vários continentes. A novidade hoje é sua inserção também no Vale do Silício para integrar-se na onda de inovações do mundo das *startups*.

Na área de alimentos e saúde, em 2011 a empresa estabeleceu uma unidade de ciências da saúde que, em 2016, teve um *turnover* de cerca de US\$ 2 bilhões. Essa unidade prioriza três áreas: gastrointestinal, metabolismo e saúde cerebral. Em parceria com a Seres Therapeutics, desenvolve produtos para assegurar o equilíbrio bacteriológico do sistema digestivo. Essa especialidade, que se iniciou com probióticos como lactobacilos, bifidobactérias e bacilos em iogurtes e agora se encontra em uma grande variedade de produtos – sobretudo *snackbars* –, está gerando uma indústria do microbioma que trata dos 100 trilhões de micro-organismos no intestino humano. Alergias alimentares, também ligadas ao sistema imunológico e fortemente relacionadas à flora intestinal, afetam em torno de 250 milhões de pessoas globalmente. A empresa lhes dedicou outra área prioritária ao investir, em 2016, na Aimmune Therapeutics da Califórnia, cujo primeiro produto trata de alergias a castanhas – que são componentes de muitos alimentos processados.

A empresa é pioneira na promoção de pesquisas sobre a relação entre nutrição e cérebro, tanto na fase infantil quanto na velhice. Em 2017, sua filial chinesa lançou

um leite em pó chamado *Fuel for Brain*, feito de triglicerídeos de cadeias médias que podem ser eficientemente convertidas em cetona, a energia para o cérebro. No mesmo ano, a Nestlé Espanha lançou Nan Optipro Supreme, um produto infantil contendo dois oligossacarídeos de leite humano que protegem o sistema imunológico e a flora intestinal.

A Nestlé também se encontra na liderança da adoção de plataformas tecnológicas mais avançadas da SAP – SAP HANA e S/4 HANA Finance – e calcula que faz 100 milhões de testes analíticos por ano. Ela pretende aplicar a IoT na cadeia de Nespresso, na qual controla os contratos do café e detém não apenas as cápsulas, mas também as máquinas.

A Nestlé também cuida da publicidade e da valorização de suas marcas por meio de uma integração maior nas redes sociais e uso de *marketing online*. Na China, estabeleceu uma parceria com a Alibaba para oferecer *online* 154 produtos não encontrados no país. A Mondeléz, uma das maiores concorrentes e nona no *ranking* global do setor em 2015, também fechou vendas *online* com a Alibaba. Com a alta das vendas *online* de pratos preparados, que já chega a US\$ 10 bilhões nos Estados Unidos, em 2017 a empresa investiu na Freshly, que pretende estabelecer um serviço nacional de comidas saudáveis *online*. Ao mesmo tempo, faz parcerias para incorporar seus produtos a entregas *online*.

2.2.2 Anheuser Busch Inbev

A Anheuser Busch Inbev (ABInBev) lidera o mercado global de cerveja. Uma de suas pressões para inovar é o crescimento explosivo das microcervejarias. Para enfrentar esse desafio, recorreu ao *crowd-sourcing*, que mobilizou mais de 25 mil participantes voluntários e resultou na *lager* Black Crown.

Para a empresa, os grãos – sobretudo a cevada – definirão o futuro da cerveja. Para desenvolver variedades mais resistentes à falta de água sem perda de rendimento, entrou em parceria com a Syngenta em 2014 para acessar a fronteira tecnológica de sementes. Ao mesmo tempo, lançou o programa Smart Barley para incentivar a adoção, por mais de 15 mil produtores nas Américas, na China e na Rússia, de novas variedades e práticas. Já no *downstream*, a empresa, que contabiliza 1,2 milhões de viagens anuais de caminhão, realizou em parceria com a Otto a primeira entrega por caminhão não tripulado, com uma viagem de 120 quilômetros.

Em parceria com a Driving Mobile Innovation (DMI), a ABInBev estabeleceu um *global mobile framework* que agora organiza todas as suas atividades por meio de cem aplicativos. Em 2013, inaugurou um laboratório com foco em *data analytics*, para otimização do *mix* de produtos, análise de mídias sociais, tendências de mercado e dados em grande escala.

Já na área de IoT, iniciou a instalação de sensores nas bombas de cerveja que alertam sobre a necessidade de reabastecimento. É na promoção de suas marcas, porém, que a ABInBev aplica essa tecnologia de forma mais criativa: a marca de cerveja Oculito é equipada com tecnologias de rotulagem inteligente, que ativam uma luz LED ao contato de dedos. Ao mesmo tempo, a garrafa interage com *smartphones* por meio de uma aplicação geodirecionada chamada *Relics of the Night*.

2.2.3 Coca-Cola

Os refrigerantes são os produtos mais responsabilizados pelos males de obesidade e diabetes, primeiramente pelo uso de açúcar e, mais recentemente, pelo emprego de adoçantes substitutos. A Coca-Cola opera em mais de 200 países e vende diariamente 1,6 bilhão de copos de suas quinhentas marcas. No entanto, suas vendas de refrigerantes de cola e linhas *diet* estão sofrendo quedas. Numa estratégia de diversificação, a empresa hoje comercializa, além da tradicional Coca-Cola, outras 12 marcas, com valor estimado em mais de US\$ 1 bilhão cada uma (THE COCA COLA COMPANY, 2016). Mesmo assim, as bebidas de cola ainda representam dois terços de suas vendas – motivo pelo qual se dedicou nas últimas décadas à busca de adoçantes alternativos.

Em colaboração com a Cargill, seu tradicional fornecedor de açúcar, lançou em 2008 um adoçante de zero caloria à base de estévia que, em 2014, já representava 12% do mercado de adoçantes. Em 2010 firmou parceria com a Chromocell Corporation para usar a biotecnologia Chromovert, que permite o monitoramento em tempo real da expressão de genes em células vivas para a identificação de sabores.

A molécula de estévia atualmente usada, mesmo tendo zero caloria e 300 vezes mais doce que o açúcar, tem um retrogosto amargo quando misturada à cola. Atualmente, a empresa acrescenta um pouco de açúcar para amenizar esse problema – o que leva, porém, a um aumento de calorias. Assim, uma nova parceria com a Cargill e com a empresa de biotecnologia Evolve Holding, especializada em leveduras, busca resolver esse problema. Seu objetivo é identificar os genes da estévia que produzem moléculas menos amargas para reproduzi-las a partir de processos de fermentação a um preço competitivo.

A inovação se tornou central nas atividades da empresa: após sua reestruturação em 2017, a unidade responsável passou a responder diretamente ao diretor executivo. Além disso, a empresa trabalha diretamente com *startups* no Centro Avançado de Desenvolvimento Tecnológico (*Advanced Technology Development Center*) na Geórgia, onde tem sua sede. Como outras empresas líderes do setor, já adotou o sistema SAP HANA e está negociando com a SAP o desenvolvimento de *software* para integrar melhor os dados coletados nos pontos de venda aos sistemas de gerenciamento de estoques.

Sua longa história de aprimoramento de embalagens levou ao lançamento da primeira garrafa PET reciclável em 1978. Treze anos depois, iniciou a produção de garrafas totalmente recicladas. Em 1999, desenvolveu a primeira fábrica integrada de produção e reciclagem de garrafas PET (*bottle-to-bottle recycling*) – um modelo subsequentemente adotado em suas operações mundiais. Em 2009, tornou-se um cliente da bioeconomia ao lançar a *plant bottle*, parcialmente feita a partir da cana-de-açúcar e totalmente reciclável. Desde então, continua promovendo pesquisas para aumentar o uso de biomassa em suas garrafas.

Como outras empresas de alimentos e bebidas, a Coca-Cola está explorando o potencial do mundo digital para se conectar diretamente com clientes e consumidores. A inovação mais notável neste sentido foi o lançamento, em 2009, da máquina de vendas Freestyl, que, em vez de seis a oito opções de bebida, oferecia 120 – número expandido em 2017 para 170. A máquina foi viabilizada pela adaptação da tecnologia médica de controle de microdosagem (*micro dispensing*) e requer o mesmo espaço de uma máquina tradicional. Os dados de uso são baixados diariamente por meio de tecnologias de identificação por radiofrequência (*radio-frequency identification* – RFID) e enviados a uma plataforma que controla em tempo real a estocagem, o desempenho da máquina e todas as informações de compra. O aparelho funciona com um *touchscreen* que permite que o consumidor crie sua própria bebida combinando as opções.

2.2.4 As líderes e as startups

As empresas líderes estão aprofundando sua integração, tanto nas fronteiras da biotecnologia quanto no mundo digital. Seu objetivo é não apenas aumentar a eficiência das operações globais, mas também desenvolver novos produtos. No entanto, diante de mercados estagnados, estão perdendo espaço devido à preferência por produtos naturais e frescos, com transparência de origem, nutricionais, sem agrotóxicos ou ingredientes químicos, ligados a dietas vegetarianas e menos impactantes ambientalmente.

Por outro lado, a desconfiança generalizada com os alimentos processados e a proliferação de novas expectativas em torno da alimentação, combinadas às possibilidades de novas formas *online* de chegar aos consumidores, estão estimulando o surgimento de muitas empresas alimentares e a conquista de mercados por estas. Pela primeira vez, os supermercados estão abrindo suas prateleiras a esses novos produtos, desafiando ainda mais a hegemonia das líderes.

Entre essas novas empresas, a Hampton Creek talvez seja a mais icônica. Seus diretores a fundaram em 2011 para desenvolver uma companhia baseada em vegetais, contrataram um diretor de P&D da Unilever e conseguiram US\$ 500.000 de capital de risco da Khosla Ventures. No mesmo ano, registraram a patente de um substituto vegetal para os ovos. Contrataram um pesquisador da Google para desenvolver uma base de dados de cultivos que permitiria a análise de bilhões de proteínas e centenas de milhares de plantas num processo de *deep machine learning*.

Chefes renomados foram contratados para testar as plantas selecionadas, e os primeiros produtos (Beyond Eggs e Just Mayo), lançados em 2013, rapidamente foram distribuídos para as maiores redes de supermercados. A Associação de Produtores de Ovos dos Estados Unidos lançou uma campanha contra a empresa, e a Unilever iniciou um processo contra o uso do nome Mayo, para depois desistir do processo e lançar sua própria Mayo (maionese) sem ovos.

Seu laboratório está hoje em processo de automatização e robotização, e a empresa desenvolve alternativas com base em plantas para uma série de biscoitos e massas. Ao identificar propriedades valiosas nesses vegetais, promove sua produção, como foi o caso da *Canadian Yellow Pea*. Em cinco anos, os produtos da Hampton Creek estão na maioria dos supermercados dos Estados Unidos e suas operações atingem outros países, com vendas entre US\$ 50 e 100 milhões e valor de mercado em torno de US\$ 1 bilhão. No entanto, a companhia enfrenta também uma investigação sobre práticas de recompra dos próprios produtos com o objetivo de aumentar as cifras de vendas e atrair capital de risco.

Outra *startup* muito bem-sucedida é a Hain Celestial, criada em 1998 para oferecer, também por via de aquisições, alternativas às marcas das empresas líderes que eram vistas como esgotadas. Seu apelo às novas preferências alimentares levou-a a um valor de mercado de US\$ 2,7 bilhões.

Já a White Wave Foods, um *spin-off* da Dean Foods criada em 2013, lançou-se numa estratégia de aquisições de empresas de alimentos de base vegetal e se tornou a empresa alimentar de crescimento mais rápido nos Estados Unidos. Em 2016, foi comprada pela Danone por US\$ 12,5 bilhões, tornando-se Danone Wave. Sua nova apresentação destaca as metas de sustentabilidade, a proposta de reduzir certos ingredientes e promover cultivos não modificados geneticamente.

Constata-se que uma das estratégias das líderes nesse contexto é a aquisição de empresas menores, mas sem assimilá-las à cultura dominante, mantendo sua identidade e muitas vezes seus diretores. Seguindo esta tendência, a Campbell comprou a Bolthouse, uma firma de sucos e vitaminas naturais controlada por uma empresa de *private equity* que também produz e embala cenouras. Esses produtos compõem uma nova categoria, chamada *packaged fresh*, que é vendida no setor de frutas e verduras dos supermercados. A mesma estratégia foi adotada pela General Mills na compra da Annies, uma empresa “natural” e orgânica, por US\$ 820 milhões.

Mesmo no caso de produtos que representam uma ameaça direta a seus produtos principais, as líderes não podem ignorar esse desafio das novas empresas. A Tyson, líder global no conjunto das carnes, comprou uma participação na *startup* Beyond Meat, cujo produto The Beyond Burger, de base vegetal, já está à venda em 11.000 *outlets* dos Estados Unidos. Já existem mais de uma dezena de *startups* desenvolvendo alternativas à carne, seja a partir de vegetais, seja por meio de técnicas de culturas de tecido e fermentação.

O mercado de alimentos de base vegetal já chegou a US\$ 4,9 bilhões em 2016 e, com o acréscimo das comidas sem glúten, constitui um novo segmento, chamado mercado de *food replacement* (substituição de comidas). Um levantamento realizado em 2016 identificou nos Estados Unidos 39 *startups* dessa categoria, e se veem tendências similares em muitos outros países.

Segundo Steve Hughes, um antigo executivo da Conagra agora responsável pela empresa de comida natural Boulder Brands, “há tantas mudanças por vir que daqui a cinco anos já não reconheceremos as mercearias. [...] Estou no ramo há 37 anos e este é o período mais dinâmico, disruptivo e transformador que já vi em toda minha carreira” (KOWITT, 2015).

2.2.5 Walmart, Amazon e a nova dinâmica do varejo

Para muitos autores, o poder econômico do sistema agroalimentar se concentrou no grande varejo a partir dos anos 1980. Com a marginalização de negócios familiares e a incorporação das atividades das lojas especializadas – açougues, bebidas, hortifruti –, o supermercado se tornou um ponto de passagem obrigatório no acesso ao consumidor. O controle do acesso às prateleiras foi complementado pela produção crescente pelos supermercados de produtos de marca própria, para contestar as grandes marcas. O avanço da informática se tornou assim um instrumento privilegiado de gerenciamento de fornecedores, logística e demanda do varejo. Códigos de barra, negociações B2B e *softwares* de logística permitiram a transição para um ambiente competitivo, marcado pela inovação e pela proliferação de produtos.

Essas práticas estão mudando com o avanço do e-comércio, viabilizado pela Internet, que facilita o acesso direto ao consumidor das grandes empresas de alimentos e de novos atores. Mas importante, porém, tem sido a entrada inesperada e agressiva das gigantes de vendas *online* – sobretudo Amazon e Alibaba –, minando a comodidade desfrutada durante três décadas pelo grande varejo.

À diferença da indústria alimentar, que ainda se especializa em grandes categorias de produtos, o varejo, mesmo tendo estratégias diferentes em torno de preços e sorteamento, lida com o conjunto da demanda alimentar. O desafio posto pelas compras *online*, portanto, leva a um novo quadro competitivo, do qual são exemplos os casos da Walmart e da Amazon.

Ambas têm em comum uma disputa com os sindicatos de trabalhadores, com os quais mantêm relações draconianas. Em todo o resto, diferem: a Walmart tem um faturamento em torno de US\$ 500 bilhões, uma rede de cinco mil lojas e um corpo de dois milhões de trabalhadores. Já a Amazon vende cerca de US\$ 100 bilhões de produtos fornecidos por cem armazéns altamente robotizados e emprega 150 mil pessoas. No entanto, o valor de mercado da Amazon em 2016 foi de US\$ 472 bilhões, contra US\$ 222 bilhões da Walmart.

A Walmart foi pioneira na incorporação de tecnologias da IBM, já nos anos 1970, com as quais foi possível acompanhar a demanda de cada loja e controlar os estoques de modo a manter preços além do alcance das concorrentes. A Amazon, por outro lado, avança da informática para o uso de IA e prioriza a demanda personalizada individualmente. Enquanto esta começou com compras *online* e só agora investe em lojas físicas, o e-comércio representa apenas cerca de 3% das vendas daquela. A Walmart, no entanto, investe pesadamente nesse canal de vendas e, assim como as outras líderes do varejo, reconhece nele o futuro do setor.

Embora suas lojas físicas sejam incipientes, a Amazon adquiriu por US\$ 13,7 bilhões a Whole Foods, uma empresa especializada em produtos da nova geração (sem aditivos, sem glúten, orgânicos, não OGM) com um faturamento de US\$ 3,5 bilhões e uma presença de 600 lojas nos Estados Unidos – o que sugere que o varejo do futuro combinará o físico ao virtual. Para ampliar seu mercado, a Whole Foods desenvolve um programa de preços acessíveis denominado 365, que a Amazon deve desenvolver de modo a conquistar os consumidores da Walmart.

Nos últimos anos, a Walmart caminhava na direção oposta, uma estratégia que talvez tenha que rever face à competição da Amazon. Essa deve usar seu conhecimento da demanda individual e local para imprimir um novo nível de precisão à oferta de suas lojas físicas. Seus experimentos já incluem mercados com caixas automatizados, viabilizados por aplicativos da empresa.

A logística de entrega que a Amazon desenvolveu para outros produtos agora está sendo aplicada aos alimentos. A Amazon Prime promete entrega em dois dias para qualquer lugar dos Estados Unidos e a Amazon Now reduz esse prazo para uma hora – o que pode tornar-se norma se os experimentos com *drones* e sua regulamentação avançarem. Suas entregas *online* incluem a linha Amazon Fresh (orgânicos, sem aditivos, sem glúten).

Embora esse quadro retrate a situação nos Estados Unidos, o e-comércio se encontra muito avançado também em outros países, como o Reino Unido. A China, por sua vez, tem na Alibaba sua própria Amazon, e é o país onde mais crescem as vendas *online* de alimentos. Já a segunda maior do segmento – a JD.com –, com 25% das vendas *online* no país, tem 12% pertencentes à Walmart, que investe pesadamente em *drones* e já usa a tecnologia de *blockchain* para garantir o rastreamento preciso de suas exportações para a China.

2.2.6 As líderes em *food services*

O segmento de *food services* compreende as refeições consumidas fora da casa, as entregas domiciliares de comida pronta e ainda uma nova modalidade: a entrega domiciliar de todos os ingredientes pré-cozidos de acordo com uma receita já definida.

Nesse segmento, podemos distinguir o *catering* institucional (hospitais, escolas, empresas) das refeições pessoais. Estas últimas se dividem entre restaurantes convencionais, *fast food* e a nova categoria de *fast casual*.

Esta última é a que mais cresce, em ritmo de até duas vezes o do *fast food* tradicional. O consumo de *food services*, por sua vez, aumenta mais rapidamente do que os gastos em alimentos para preparar em casa e, em muitos países, já representa mais da metade dos gastos totais com alimentos. O varejo sofre diretamente com essa mudança de hábitos, e responde com a introdução de cafeterias nos próprios supermercados ou linhas de refeições prontas para consumo – um tipo de “autoentrega” domiciliar.

Em 2015, o mercado global de *fast* e *fast casual* foi calculado em US\$ 570 bilhões, dos quais US\$ 200 bilhões nos Estados Unidos, e corresponde a 50% do setor de refeições pessoais. A participação das quatro primeiras empresas do setor fica em torno de 35%, mas as primeiras 12 empresas já controlam mais de 70%. O segmento de hambúrgueres lidera, com 30%, seguido por pizzas, com 15%. A maior empresa do setor é a McDonald's, com 13%, seguida por Yum (10%). Os quatro seguintes do *ranking* – Starbucks, Wendy's/Arby's, Burger King/3G e Subway – têm 5% cada. Quatro milhões de trabalhadores dependem do setor de *fast food*, na sua maioria com atividades de baixa qualificação e em situação informal.

Os quatro eixos de inovação mais importantes do segmento são a redução do desperdício, o aprimoramento do processo de pedidos, a robotização do trabalho e a melhoria do cardápio em termos de saúde e meio ambiente. A primeira e a última exigem maiores níveis de rastreabilidade e monitoramento da cadeia de suprimentos. Quanto aos pedidos, as empresas estão desenvolvendo aplicativos para facilitar a escolha e o pagamento, bem como novos pratos e promoções para fidelizar o consumidor. Calcula-se que dois terços dos norte-americanos usam aplicativos para escolher, localizar e fazer pedidos, enquanto 40% os utilizam para pagamentos.

O sucesso do *fast food* se deve em grande parte à simplificação e padronização do processo de trabalho, substituindo a figura do *chef* por trabalhadores não qualificados. Hoje, como na indústria, essa simplificação cede lugar à robotização – um processo liderado por *startups* do Vale do Silício viabilizadas por capital de risco da Google e da Khosla Ventures.

Os casos são inúmeros. Na Momentum Machines, da Califórnia, a robotização permite a produção de 400 hambúrgueres por hora com temperos e molhos personalizados. Os técnicos da empresa, roboticistas oriundos de Stanford, Berkeley, Tesla e Administração Federal da Aeronáutica e do Espaço (*National Aeronautics and Space Agency* – NASA), contam com o apoio de *restaurateurs* e especialistas culinários. A Zume Pizza, também robotizada, consegue produzir 288 pizzas por hora, enquanto o restaurante vegetariano Eatsa automatizou os processos de pedidos e entrega, e a CafeX adotou robôs para servir café. Embora a Yelp/Eat24

use robôs para entrega, as novas iniciativas na atividade são dominadas pela UberEats.com, subsidiária da Uber, e a Dash, da Amazon, que garante um prazo de algumas horas.

O setor de restaurantes convencionais é o mais pulverizado e ainda representa metade do mercado de *food services* pessoais. Sites e, crescentemente, aplicativos para *smartphones* oferecem serviços de indicação de restaurantes por localização, tipo e cardápio. Em seu mais novo segmento, chamado *meal kit services*, a pioneira Blue Apron oferece receitas assinadas por *chefs* e fornece todos os ingredientes em porções para até quatro pessoas, entregues no mesmo dia para preparação em casa. Uma variação nesse modelo, criada pela empresa Tavala, prefere a praticidade ao valor do “*chef doméstico*”. Seu forno, que custa US\$ 399, reconhece e cozinha adequadamente as refeições pré-cozidas da empresa por meio de códigos QR.

A Amazon identificou a importância da atividade e já tem 17 opções próprias de comida, além de *meal kits* de outras empresas (Tyson e Martha Stewart). A intenção de controlar o mercado fica clara na solicitação de registro de marca para a frase “*We do the prep. You be the chef*” – em português, “Nós cuidamos da preparação, você é o *chef*”. Seu aplicativo usa o *slogan*: “*kits de comida pré-cozida compostos de carne, aves, peixes, frutos do mar, frutas e/ou verduras prontas para cozinhar e servir como uma refeição*” (HERN, 2016).

Outra inovação, ainda em fase experimental, de pesquisadores da IBM, é a incorporação de *machine learning* e *big data analytics* a um programa que cria receitas a partir da simples escolha de um ingrediente e um tipo regional de culinária. Sua base de dados inclui milhões de receitas, seus usos em culinárias regionais, a estrutura química das moléculas de sabor e sua comparação com moléculas de aroma. As receitas obedecem a um princípio de combinação de alimentos⁷ com base nas moléculas de sabor em comum. Assim, numa primeira etapa, o programa utiliza algoritmos de processamento de linguagem natural (*natural language processing*) para analisar as receitas e um algoritmo genético que imita mutações para gerar novas receitas. A cozinha estaria assim em vias de se tornar uma ciência.

E, finalmente, outra tendência detectada é a crescente importância do visual – e não apenas dos sabores e aromas –, acentuada pelo uso de *smartphones* que registram e transmitem as experiências gastronômicas nas redes sociais. Não se trata apenas da estética da apresentação, tão importante para os *chefs*, mas também da criação de um nicho de fotógrafos de comida, que em alguns restaurantes dão conselhos aos fregueses. Além de promover novas cores e suas combinações nos alimentos, o uso da realidade aumentada reproduz virtualmente todas as sensações de uma refeição.

7. Yon-Yeol Ahn e colaboradores analisam essa hipótese com base numa análise de rede de 50.000 receitas, confirmando-a para a Europa Ocidental e os Estados Unidos, mas apenas parcialmente para a América Latina, e ainda menos para o sul da Europa e o Leste Asiático (AHN *et al.*, 2011).

2.3 Experiência brasileira

As empresas agroalimentares têm um papel fundamental nas atividades biotecnológicas do Brasil. Segundo a PINTEC/IBGE de 2014 (IBGE, 2016), aproximadamente 68% das firmas que realizam atividades de biotecnologia – excluída a agricultura – pertencem ao setor de fabricação de alimentos, enquanto outros setores têm fatias bem menores. Além disso, 12,6% das empresas do setor realizaram atividades de biotecnologia entre 2012 e 2014. Destas, 57,9% são inovadoras. Já dentre as fabricantes de bebidas que exploram a biotecnologia, as inovadoras superam 90%(IBGE, 2016).

No setor de alimentos, o tamanho da empresa influi positivamente na probabilidade de empreender atividades biotecnológicas. Das grandes brasileiras do setor (≥500 trabalhadores), 27,1% realizam esse tipo de atividade, enquanto na faixa das pequenas empresas (10-29 trabalhadores), a porcentagem baixa para 11,4 %. A situação é diferente no setor de bebidas, no qual as grandes representam 8% das que efetuaram atividades biotecnológicas – isto é, sua participação é inferior à média setorial.

A PINTEC/IBGE2014 indica ainda que a mesma empresa pode estar envolvida em diferentes modalidades da atividade biotecnológica (IBGE, 2016):

- Como usuário final (simples compra ou aquisição de produto acabado com emprego de biotecnologia).
- Como usuário integrador de insumos ou processos biotecnológicos.
- Como produtor de insumos, produtos ou processos biotecnológicos.
- Na p&d de produtos, insumos ou processos biotecnológicos – seja no estudo de técnicas de biotecnologia (pesquisa básica ou aplicada), seja em seu desenvolvimento experimental.

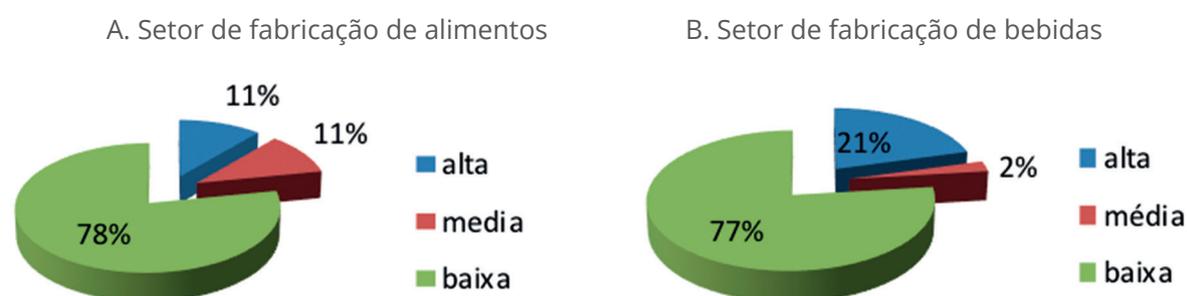
Gutman e Lavarello (2012) observam que a transição entre adotar e produzir biotecnologia não é automática. Contudo, dentre as empresas brasileiras de fabricação de alimentos que produzem, as atividades avançadas como a criação de produtos biotecnológicos e, especialmente, P&D são significativas mesmo dentre as de menor porte. Essa evidência confirma os resultados de estudos anteriores sobre empresas jovens no setor que são intensivas em P&D e fornecem ingredientes alimentares e outros produtos biotecnológicos apesar de seu tamanho (CABRAL, 1998; KANNEBLEY JUNIOR *et al.*, 2005). É possível que esse grupo de pequenas empresas forneça produtos biotecnológicos e serviços de P&D para o resto do setor, já que são poucas as especializadas em P&D aplicada à biotecnologia.

Com relação à difusão das TIC no setor agroindustrial, a dependência das importações constitui uma limitação, já que o contato continuado com as indústrias de apoio é um fator importante para o desenvolvimento tecnológico. Se grande parte da tecnologia utilizada pelo setor é importada, tal relacionamento ocorre com muitas restrições devidas à distância geográfica e cultural com o fornecedor. Além disso, as políticas

brasileiras favorecem surpreendentemente pouco a difusão de tecnologias no setor de fabricação de alimentos e bebidas como um todo. As prioridades do país neste quesito se relacionam mais ao tamanho da empresa adotante – com foco nas PME – e ao tipo de tecnologia, mas não ao tipo de setor (ROVIRA e STUMPO, 2013), ao contrário de outros países latino-americanos, como Uruguai, que destacam o setor de fabricação de alimentos ou a rastreabilidade dos produtos. A única exceção contemplada pela normativa brasileira é o *software* para negócios agrários.

A partir dos dados da PINTEC/IBGE 2014, é possível estimar, ainda que de forma incompleta⁸, o nível de adoção das TIC pelos setores de fabricação de alimentos e de bebidas. A PINTEC considera a aquisição de *software* uma atividade inovadora que pode facilitar a inovação de produtos ou de processos na empresa adotante. Seu questionário pergunta que grau de importância (alta, média ou baixa) essas aquisições tiveram entre 2012 e 2014 para a execução de atividades empresariais em matéria de implementação de produtos ou processos novos ou aperfeiçoados. O Gráfico 1 apresenta as respostas das empresas de alimentos e de bebidas (IBGE, 2016).

Gráfico 1 – Importância das atividades de aquisição de *software* para a inovação segundo empresas, 2012-2014 (% de respostas)



Fonte: Elaboração própria com base em dados de IBGE (2014).

Mais de três quartos das empresas dos dois setores atribuem uma importância baixa à aquisição de *software*. Contudo, a comparação sugere que a indústria de bebidas tem um interesse maior, já que 21% das empresas do segmento lhe atribuem alta importância para a implementação de novos produtos e processos industriais – contra apenas 11% das empresas de fabricação de alimentos. A comparação desses dados com os da indústria de transformação indica que esta tem uma porcentagem menor de empresas que dá pouca importância à aquisição de *software* (68%).

8. Esta estimativa é incompleta porque a Pintec só considera as empresas inovadoras. Porém, deve-se levar em consideração que essas firmas são possivelmente as que têm condições de adotar novas tecnologias, porque possuem certa capacidade para absorver novos conhecimentos técnicos. Os dados da pesquisa compreendem uma variedade substancial de atividades relacionadas: *software* de desenho, engenharia, processamento e transmissão de dados, voz, gráficos, vídeos e automatização de processos. Além disso, não se limitam ao *software* para atividades burocráticas, mas incluem tecnologias usadas na fábrica.

Pode-se concluir, portanto, que o grau de adoção de *software* nos setores de alimentos e bebidas é inferior ao do conjunto do setor manufatureiro. Entretanto, algumas empresas brasileiras de fabricação de alimentos são usuárias intensivas e avançadas desse tipo de tecnologia, com destaque para a adoção de TIC por empresas de 30 a 49 trabalhadores. Delas, 25% consideram que a aquisição de *software* tem importância média ou alta para a inovação, enquanto as de maior tamanho a valorizam menos.

As empresas a montante são as mesmas que dominam a venda de insumos químicos, genéticos e máquinas nos Estados Unidos e outras regiões de grande produção. Segundo o Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária, 45% dos produtores do estado praticam agricultura de precisão (IMEA, s/d). A crise dos últimos dois anos tem diminuído a renovação de sua frota de máquinas, mas os revendedores da Deere e Case esperam uma retomada nos resultados de 2017. A Deere aposta nos seus tratores da série 8R e nas colheitadeiras da série S400, enquanto a Case aposta na linha de colheitadeiras Axial-Flow, da série 130. A empresa de fertilizantes Yara está promovendo a nova linha Yara Mila, que inclui oito nutrientes no mesmo grânulo para garantir produtividade e uso mais racional de fertilizantes. A Adama Agricultural Solutions, fabricante israelense de agroquímicos, respondeu à proliferação de novas pragas sugadoras, que apresentam resistência a defensivos, com a Adama Clima, uma estação meteorológica que prevê a chuva no nível da propriedade individual – e não da microrregião.

Todas as empresas líderes de sementes estão buscando alternativas às sementes transgênicas resistentes ao glifosato, que são menos eficazes a cada safra. O próprio glifosato já foi colocado na lista de produtos cancerígenos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e proibido no estado da Califórnia. À medida que as resistências aumentem, as pragas se multipliquem e o regime de chuvas fique menos confiável, as empresas tendem a priorizar a corrida para a nova geração de variedades resistentes, com o desenvolvimento de produtos biológicos de combate a pragas e de sistemas complexos de informação para aumentar a capacidade de planejamento e resposta dos produtores.

A Monsanto, por intermédio da Climate Corporation, está testando o programa *Climate Field View* que, integrado ao trator, transmite para um *tablet* e para a nuvem de dados em tempo real sobre o desempenho e as condições de produção. Esses dados passam então por processos de *data analytics*, cujos resultados são disponibilizados para o produtor. O programa será comercializado na safra de 2017-8.

Em vários lugares do país, *startups* agrícolas estão surgindo e sendo objeto de ações públicas e privadas de promoção, na forma de *agrihubs*, com o fornecimento de infraestrutura e apoio para a transição entre as etapas de invenção e de mercado. Destacam-se aí os ecossistemas de *startups* de Piracicaba e Mato Grosso. A Agtech Garage está mapeando esse universo e acredita que identificará 300 empresas até o final de 2017 (AGTECH GARAGE, s/d). Muitos dos aplicativos em desenvolvimento funcionam também *offline*, apontando para um problema sério na agricultura: o acesso adequado

a redes de comunicação. Além disso, muitas vezes esses aplicativos respondem a um problema específico, enquanto o produtor precisa levar em conta inúmeras variáveis simultaneamente. Daí as vantagens de escala da Climate Corporation e outras empresas similares.

A Totvs, por um lado, e a IBM em cooperação técnica com a Agrottools, por outro, estão buscando aplicações de IA ao agronegócio. A Totvs está lançando um robô chamado Carol, cuja IA fica à disposição na nuvem para acesso por aplicativos iOS ou Android. Seu diferencial com relação a outros aplicativos é a aplicação de *machine learning* aos dados, aprendendo sobre safras anteriores para aperfeiçoar suas recomendações. Os 625 clientes da empresa já incluem grandes produtores, como Bom Futuro, Amaggi, CGG e Granbio.

A IBM e a Agrottools, por sua vez, estão usando a IA da plataforma Watson para entrar nesse mercado com o IBM Agritech. Sua estratégia é oferecer serviços diferenciados para cada tipo de cliente, e o aplicativo da IBM estará disponível por apenas US\$ 5. Já a Monsanto – agora Bayer – explora IA em parceria com a Atomwise para avaliar potenciais aplicações de moléculas ao campo.

Outras transformações importantes na agricultura incluem a adoção de sistemas agrícolas de integração entre lavoura, pecuária e floresta (LPF) promovidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e incentivados por políticas de crédito de baixo carbono oriundas dos compromissos relativos a mudanças climáticas. Calcula-se que 11,5 milhões de hectares no país já adotam variações desse sistema. Uma grande vantagem do modelo é o alinhamento à principal estratégia do setor de grãos: a verticalização agroindustrial e a transição da exportação para a transformação industrial em carnes e outros produtos. Por outro lado, o sistema é muito exigente em termos de gestão e esbarra na falta de mão-de-obra qualificada – problema central na transição para a agricultura de precisão. Assim, um técnico operador de máquinas pode ganhar até R\$ 17 mil por mês no Mato Grosso.

Já nas áreas florestal e sucroalcooleira, o modelo de biorrefinarias está sendo ensaiado, bem como sistemas *flex* para produzir etanol de milho ou de cana-de-açúcar. Na florestal, especificamente, a lignina, antes apenas um resíduo, virou fonte de bioprodutos e biocombustíveis a partir de biorrefinarias que também geram energia elétrica.

Assim, embora o setor padeça de enormes problemas – como a falta de verticalização e de logística de transporte, os custos, a instabilidade energética e a precariedade de acesso à Internet –, importantes passos já foram tomados em direção à agricultura 4.0. Os produtores mais avançados nada ficam a dever aos seus pares dos Estados Unidos e da Europa. A Spark Inteligência Estratégica e a Hype Digital realizaram uma pesquisa junto a cinco mil agricultores de soja, café e cana em todas as regiões do país. Constataram que, na faixa etária de 20-30 anos, dois terços deles acessam a Internet – contra um quarto dos produtores mais velhos – e 74% não tinham problemas de acesso.

Entretanto, apenas 5% fazem uso profissional da rede (ZAFALON, 2017). A importância dessa geração jovem é evidente no perfil dos associados à Associação dos Produtores de Soja do Brasil (APROSOJA Brasil), dos quais 40% têm menos de 40 anos. Por outro lado, apesar do acesso, muitas vezes faltam provedores para levar o sinal até as lavouras – caso no qual a Agrottools sugere que equipamentos com geolocalização capturem os dados e os transmitam para um *smartphone*, que faz o *upload* dos dados no retorno à sede.

Os resultados positivos do uso de IoT e *big data analytics* são evidentes no caso reportado por Ariosto Mesquita: uma fazenda totalmente digitalizada, com veículos monitorados por sensores e tratores com piloto automático. Sua produtividade de soja é de 72 sacas por hectare, contra uma média de 56 no estado de Minas Gerais. A meta do agricultor, de 100 sacas por hectare, já foi alcançada no caso do milho (AGRO DBO, 2017). O uso regular de *big data analytics* em poucas safras leva a uma agricultura preditiva, indicando quando e como as diferentes atividades devem ser desenvolvidas. No momento, porém, os custos de implementação e uso de Internet podem ser proibitivos.

A Agrosmart, de Campinas, é especializada no emprego de sensores espalhados pelo solo e um *software* que analisa 14 variações ambientais, especialmente sobre o uso de energia e água, e monitora oitenta mil hectares em sete estados. A empresa afirma que o sistema pode fazer uma economia de água de até 60%, e até 30% de energia, com aumentos de produtividade em torno de 15%.

A demanda crescente por novas tecnologias fica evidenciada com a criação de um curso grátis chamado big data do Agronegócio, na cidade de Pompeia (SP), que dura três anos e é promovido pela Faculdade de Tecnologia Shunji Nishimura em parceria com a prefeitura e o governo do estado. Sua primeira turma, em 2017, contava com 40 alunos de várias regiões do país.

Outro exemplo notável é a SLC, que investe em torres de transmissão para conectividade em todas as suas 15 fazendas, todas entre 20 e 40 mil hectares. A empresa usa imagens de satélite, fotos aéreas e sensores para calibrar insumos, o que garante uma produtividade 5%-10% acima da média de cada região, com uma redução de 5%-10% nos custos. Já o Grupo Amaggi, com 130 mil hectares cultivados, trabalha em parceria com a GeoAgrícola para a aplicação de dados via *tablets*, com a AgroSig para informações geográficas e com a Telemeclima para cruzar os dados com as medições de condições climáticas.

Essas empresas compõem um novo tipo de agricultura, chamado *mega-farms*, que muitos analistas vêem como um fenômeno essencialmente financeiro e especulativo, produto de fundos de investimento e *hedge funds*. Os riscos associados ao modelo são altos, dado o montante de capital operacional exigido, e várias empresas têm entrado em dificuldades. Por outro lado, as novas tecnologias permitem um controle minucioso dos processos produtivos e, ao mesmo tempo, economias de escala.

Dentre as líderes internacionais no comércio e no esmagamento de *commodities* agrícolas, as empresas líderes já estão implantando plataformas de digitalização em suas atividades. A Luis Dreyfus iniciou esse processo em suas operações no Cone Sul, na Argentina. Assim, é de supor que suas atividades no Brasil serão integradas às respectivas plataformas digitais.

Por outro lado, a explosão da produção de grãos no Brasil implicou o deslocamento da fronteira agrícola do Sul para o Centro-Oeste, e depois para o Nordeste e o Norte. Isto exigiu das empresas a montagem de toda uma estrutura de investimentos produtivos e de logística, uma vez que o escoamento dos produtos utiliza cada vez mais eixos variados no Norte.

Ao mesmo tempo, o surgimento de novos atores locais nas atividades de processamento e comércio, com base nas grandes fazendas de grãos, tornou o cenário mais complexo, aumentando a concorrência e abrindo oportunidades para novas formas de colaboração nos investimentos. Ao mesmo tempo, a entrada de novos *traders* globais – sobretudo asiáticos e chineses – atraídos pelo *boom* das *commodities* e por preocupações com a segurança alimentar chinesa. Nesse processo, a participação do grupo ABCD na comercialização de grãos no Mato Grosso, o maior estado produtor, baixou de 70%-80% para 50% e tende a cair ainda mais. O grande desafio na nova fronteira de grãos é a logística de escoamento, que ainda depende basicamente do transporte rodoviário em estradas muitas vezes em péssimas condições. Embora a situação ainda esteja muito indefinida, parece que os *traders*, sobretudo a Cargill, estão redefinindo sua forma de envolvimento na cadeia da soja.

Um *trader* e esmagador nacional de porte médio como a Algar pode oferecer uma visão melhor da resposta que esse setor brasileiro dá aos desafios da agroindústria 4.0. Atualmente, a Algar investe 5% do lucro líquido em inovação e tem estabelecido parcerias com *startups* da Universidade Federal de Uberlândia para avançar na digitalização. Sua colaboração com a Aimirim Soluções Tecnológicas na instalação de sistemas de IA levou à implantação de um *software* que autocorrigue problemas nas caldeiras. O mesmo sistema foi replicado em outras atividades, como no envasamento de garrafas PET. Outra parceria, esta com uma empresa canadense, pretende desenvolver embalagens resistentes a luz, oxigênio e gás carbônico, usando um banco de dados *online* que permite a solução remota de problemas por um técnico canadense.

O Caramuru, maior grupo brasileiro de processamento de grãos, conta com o apoio da Finep para inovar no desenvolvimento de um concentrado proteico de soja (*soy protein concentrate* – SPC) que permite a produção simultânea de SPC, lecitina e etanol. Sua nova planta em Ipameri (GO) está automatizada e não tem tratamento de efluentes, que são absorvidos pelo próprio sistema.

No setor de cana-de-açúcar, a Raizen está aplicando *drones*, sensores, *big data analytics* e IA em parceria com a Space Time Analytics para prever a produção da safra em todas as suas unidades com um ano de antecedência. As informações são processadas 20 vezes mais rápido que em métodos convencionais.

Além dos já mencionados desafios enfrentados hoje pelo varejo, como a entrada dos consumidores da classe C, a necessidade de migrar para produtos não alimentares devido à queda de gastos alimentares *per capita*, a estagnação relativa dos formatos super e hiper e a crise dos últimos anos, deve-se acrescentar a concorrência crescente das vendas *online* e dos serviços alimentares. Em uma situação extrema, esse fenômeno pode transformar o varejo físico em simples pontos de entrega.

O setor no Brasil é dominado pelos líderes mundiais – Pão de Açúcar/Casino, Carrefour e Walmart – que, como foi visto anteriormente, se consolidaram pela capacidade de usar TIC tanto na organização da cadeia de suprimentos quanto na articulação e fidelização da demanda. No país, mesmo com todas as transformações e turbulências das primeiras décadas do milênio, o mundo digital se torna cada vez mais o *modus operandi* do varejo.

O Pão de Açúcar/Casino adotou os sistemas SAP – inclusive o financeiro – a partir de 2008. Em 2012, seguindo sua priorização da sustentabilidade, internalizou o acompanhamento de metas de redução da pegada de carbono com o sistema SAP *Carbon Impact on Demand Solutions*. Na inovadora apropriação dos benefícios do *big data analytics* em relações de proximidade com o consumidor, em 2010 a empresa já detinha 22% do comércio *online*. Essa estratégia desenvolve a antecipação da demanda pelo monitoramento da mídia e está presente no Facebook, no Twitter e no YouTube.

Com o aplicativo Meu Desconto, cujo cadastro contabiliza 12 milhões de clientes Club Extra e Pão de Açúcar Mais, a empresa personaliza suas promoções nos moldes da Amazon e usa *softwares* para definir preços e segmentar mais finamente seus mercados. Além disso, junto com a Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS) tenta padronizar o uso do m-comércio, e trabalha com tecnologia de comunicação por campo de proximidade (*near field communication*) para efetivar pagamentos automáticos via celular.

O Walmart caminha na mesma direção, ao integrar seu *site* ao Facebook. Assim, os clientes podem fazer compras usando os perfis do Facebook, o que gera uma relação proativa com o comprador. Pressionada pela Amazon nos Estados Unidos, a empresa desenvolveu uma curva de aprendizagem que é aproveitada para seu posicionamento *online* no Brasil.

O Carrefour fechou seus serviços *online* em 2012, quando se recuperava de uma crise de má administração financeira, e voltou apenas em 2016. Este atraso considerável em relação aos concorrentes, porém, não afetou seu desempenho nas vendas físicas, que supera o dos outros dois. O sistema ora em implantação se chama onicanal, pois integra vendas *online* e *offline* e se inicia com produtos não alimentares, cujas vendas são logisticamente mais fáceis e contam com uma oferta crescente nos supermercados.

De todos os elos da cadeia agroalimentar, o varejo e os *food services* serão os mais transformados pelo mundo digital no curto e médio prazos. A tendência norte-americana e chinesa, liderada por Amazon e Alibaba, desafia diretamente a sobrevivência dos atuais líderes do varejo por meio de aquisições e da criação de *startups* destinadas a construir plataformas *online* em condições de concorrer, além da entrada da primeira no varejo físico com um acúmulo de milhões de consumidores fidelizados. A Amazon está presente no Brasil, mas ainda não trabalha com alimentos e é pouco provável que sua base de clientes possa concorrer, no curto prazo, com os 12 milhões do Pão de Açúcar e outras empresas com números similares.

Segundo um estudo da espanhola Escuela de Administración de Empresas (EAE Business School), o Brasil é o maior consumidor de *fast food per capita* da América Latina e o quarto do mundo, depois de Estados Unidos, Japão e China, com vendas de R\$ 53,7 bilhões em 2015 (ROMERO, 2016). As líderes Bob's e McDonald's já estão testando a digitalização de pedidos, com o apoio de aplicativos ou de *tablets* e/ou totens na própria loja que permitem ao cliente personalizar ingredientes. No novo formato, já funcionando em lojas no Rio de Janeiro e em São Paulo, a fila é substituída pelo sistema de senhas e o pedido é transmitido diretamente à cozinha. No momento, a robotização não está sendo cogitada, mas as empresas argumentam que a diminuição de mão-de-obra no processamento dos pedidos será compensada pelo aumento no apoio aos clientes e no trabalho da cozinha. Essas empresas também se empenham intensamente nas redes sociais para aumentar a transparência e combater comentários negativos que rapidamente podem se tornar virais.

O mercado de entregas é estimado em R\$ 8 bilhões, segundo a Associação Brasileira de Bares e Restaurantes. Muitas *startups* criaram plataformas e aplicativos para incrementar esse mercado via *smartphones* e computadores, mas um processo rápido de consolidação levou à liderança de duas empresas – iFood e HelloFood – que têm o pedido por telefone como seu maior concorrente.

A iFood, cuja maior acionista é a Movable – empresa brasileira que lidera plataformas de comércio na América Latina –, já se fundiu à Restaurante Web, controlada pela líder mundial em entregas *online* JustEat. Atualmente conta com cinco mil restaurantes cadastrados e atende a meio milhão de pedidos por mês. Já a HelloFood é uma subsidiária do grupo Rocket Internet, presente em 45 países. Embora seu cadastro tenha a metade do tamanho do da iFood, cresceu substantivamente em 2015. Uma terceira empresa, a uruguaia PedidosJá, entrou no Brasil em 2010 e rapidamente alcançou seis mil restaurantes cadastrados. Em 2015, foi comprada por uma das quatro líderes globais – a Delivery Hero –, que por sua vez trabalha em parceria com a HelloFood.

Essas empresas usam *big data analytics* para personalizar a relação com os consumidores e monitorar e promover os restaurantes, dos quais cobram comissão ou taxas mensais. No caso da HelloFood, toda a parte tecnológica é centralizada na sede da Rocket, na Alemanha, enquanto a iFood se localiza em Campinas.

2.4 A cadeia agroalimentar e as novas tecnologias

No elo agrícola, que inclui as indústrias fornecedoras de insumos e máquinas e a agricultura em si, se identificam profundos impactos das tecnologias. Se, no início dos anos 1980, as então novas biotecnologias levaram à absorção da indústria de sementes pela indústria química, hoje é o gerenciamento do *big data* que reestrutura as indústrias, tanto de insumos quanto de maquinaria. Empresas que não atuavam tradicionalmente no setor, como Google e IBM, estão se envolvendo diretamente no fornecimento de serviços agrícolas, e as empresas de maquinaria agrícola se tornam o ponto de passagem obrigatória dos insumos, tanto químicos quanto genéticos, por meio do seu produto chefe – o trator. Uma nova geração de *startups* agrícolas também disputa esse espaço. Diferentes estratégias de apropriação do *big data* animam o setor, suscitando conflitos em torno de competitividade e privacidade, e levando a novas parcerias público-privadas.

Na agricultura, porém, uma série de fatores restringe a velocidade de adoção de tecnologias, como a idade dos produtores, os custos e as limitações de infraestrutura. No entanto, os ganhos de eficiência já se fazem sentir. Os *softwares* de *big data* e a perspectiva de queda livre de preços de *drones* e sensores permitem combinar escalas de produção cada vez maiores com o controle e conhecimento íntimo do terreno – antes vistos como vantagens exclusivas da pequena produção. No médio prazo, com a difusão da IoT, vislumbra-se uma agricultura controlada à distância, na qual a presença física do técnico seria excepcional.

Mesmo inseridas em um pacote de *big data*, as biotecnologias experimentam avanços técnicos na agricultura, como é o caso da tecnologia CRISPR/Cas9. Em princípio, esses avanços podem contornar conflitos oriundos da engenharia genética e ser operacionalizados a baixo custo e em pequena escala. A perspectiva de uma queda exponencial de preços também na IoT, combinada à natureza pública de muitas das informações que compõem o *big data*, possibilitam a apropriação dessa nova fronteira tecnológica por estratégias e políticas de desenvolvimento local e fortalecimento da agricultura de pequena escala.

As *traders* nasceram em um mercado global cuja existência dependia da aplicação das fronteiras tecnológicas de então – telegrafia, mercados a futuro, sistema ferroviário e navios a vapor. Nos anos 1980, elas se adaptaram à transformação marítima introduzida pela containerização e aos novos mercados financeiros. Hoje, incorporam sistemas SAP em todas as suas atividades, experimentam com IoT e introduzem tecnologias de *blockchain* em suas operações.

Ao mesmo tempo, são elas as principais produtoras de ingredientes para a indústria alimentar, ocupando a liderança no desenvolvimento de novos sabores, texturas e propriedades funcionais para responder à demanda por produtos mais saudáveis. Recorrem para isso às empresas especializadas em biologia sintética, que combinam as técnicas CRISPR/Cas9 com *big data analytics*. A biologia sintética avança com base em processos de autorregulação, mas já existem sinais de contestação que sugerem a necessidade de debates públicos amplos para negociar um quadro regulatório adequado.

As líderes globais da indústria de alimentos processados, que dominam também a indústria alimentar no Brasil, se empenham para responder à demanda por produtos mais saudáveis, com cada vez mais países estabelecendo metas de redução de açúcar, sal e óleos. Nas pesquisas por alternativas, essas empresas muitas vezes se juntam às *traders* (comércio) na colaboração em P&D com empresas especializadas. Ao mesmo tempo, avançam no campo dos nutracêuticos, buscando, como no caso da Nestlé, produtos para retardar o envelhecimento, melhorar a digestão e proteger contra alergias – o que exige tecnologias de *big data analytics*, quando não de biologia sintética. Por outro lado, essas empresas investem pesadamente nas tecnologias que permitem uma aproximação aos consumidores, cada vez mais articulados *online* por meio de redes sociais.

As empresas globais do varejo estabeleceram sua hegemonia com relação à indústria alimentar ao aproveitarem o potencial da informática que trouxe, a partir dos anos 1980, um conhecimento fino dos hábitos do consumidor, o *just-in-time* em logística e uma nova coordenação da cadeia de suprimentos a partir de práticas de *business to business* (B2B). Agora, porém, o desafio é o deslocamento do varejo para vendas *online*, com a entrada das líderes digitais – Amazon nos Estados Unidos, Alibaba e JD.com na China. Essas empresas têm muitas vantagens e investem em redes alimentares *offline*, sugerindo que a liderança no futuro vai depender de uma combinação fina de vendas *offline* e *online*. Por outro lado, as gigantes do varejo têm enormes bancos de dados sobre a demanda baseados em seus programas de fidelização e estão estabelecendo alianças com Alibaba e JD.com nos mercados emergentes – o que dificilmente será feito pela Amazon, cujo acesso ao mercado chinês é mínimo. Quaisquer que sejam os resultados, vencer nesse mercado implica mobilizar todo o arsenal do mundo digital.

O setor de *food services* – serviços alimentares de refeições fora do lar ou compradas prontas – representa em muitos países mais da metade dos gastos totais com alimentos, e cresce mais rapidamente que o consumo doméstico. Na forma de *fast food*, a padronização tanto do produto quanto do processo prepara o terreno para experimentos com a robotização – um processo liderado por *startups* do Vale do Silício. Inicialmente baseado em *sites* e agora em aplicativos para *smartphones*, esse setor se articula cada vez mais em formato *online*, num processo que se estende também ao setor de restaurantes convencionais (*full-service*) – um segmento muito mais fragmentado. E, finalmente, um novo setor de *kits* de comida preparada (*prepared food kits*), entregues em casa para confecção rápida de receitas autorais, funciona também por aplicativos de *smartphones*. O serviço, que exige uma logística sofisticada tanto para adquirir quanto para entregar os ingredientes, foi iniciado por *startups*, mas enfrenta a estratégia de domínio da Amazon.

Os Estados Unidos têm uma preocupação crescente com a obesidade, o que estimula inovações de produto com modificações importantes nos ingredientes, e não apenas nas embalagens – segmento também objeto de inovação por motivos ambientais, energéticos e de saúde.

Em relação às biotecnologias, estudos nos Estados Unidos sobre alimentos, agroquímicos e meio ambiente mostram o predomínio de empresas menores na geração de inovações. Os custos e as altas taxas de insucesso levam a distintos tipos de colaboração, tanto com instituições públicas quanto com outras empresas privadas.

Na União Europeia, o avanço das biotecnologias na alimentação enfrentou oposições que não se restringem a um grupo ou faixa de renda ou educação e já persistem por várias décadas. No continente, as maiores empresas alimentares e de varejo se distanciam do uso de produtos de engenharia genética, e grande parte da pesquisa foi deslocada para os Estados Unidos. Essa resistência, porém, não se estende a enzimas, leveduras e insumos na forma de rações. Já o setor farmacêutico não foi atingido na mesma forma.

Nos Estados Unidos, esses produtos não enfrentam a mesma resistência. Nos últimos anos, porém, ocorreram movimentos a favor da rotulagem de produtos alimentares para indicar a presença ou não de ingredientes transgênicos. Ao identificar essa nova tendência, as grandes *traders*, depois de muitos anos de oposição, agora promovem cadeias de grãos livres de organismos geneticamente modificados (*non-genetically modified organisms*/ non-GMO ou não GMO).

Por outro lado, a busca de alternativas a ingredientes e aditivos tradicionais como açúcar, sal e gorduras trans está levando as empresas de biologia sintética a técnicas avançadas de genética que, embora ainda não regulamentadas, já despertam sinais de oposição.

As novas exigências de qualidade e as inovações no ponto de consumo em torno do “lar conectado” e da “cozinha inteligente” estão levando as empresas de alimentos e bebidas à adoção de sistemas eletrônicos de rastreamento de suas cadeias de suprimento, incluindo elementos de IoT. Essas inovações promovem uma integração maior com fornecedores e levam a uma coevolução de inovação tecnológica e mudança organizacional. A adoção dessas novas tecnologias é impulsionada por uma série de vantagens competitivas relativas a custos, diferenciação de produtos, qualidade e controle logístico.

A nanotecnologia começa a ser explorada principalmente no segmento de embalagens, no qual pode ser incorporada para impedir a oxigenação e estender a vida útil do produto nas prateleiras do comércio (*shelf life*). Ao mesmo tempo, pode identificar em tempo real a idoneidade do produto, eliminando o desperdício associado aos prazos de validade tradicionais. Embora alguns produtos nessa linha já sejam comercializados, o comportamento de nanopartículas desperta preocupações com a saúde. Não existe ainda uma regulação de seus usos, mas a experiência das biotecnologias aponta para a necessidade de cautela.

Já no elo agrícola brasileiro, os setores de ponta experimentam a aplicação de programas de *big data* de transnacionais e empresas brasileiras a partir do surgimento de *hubs* de *startups* agrícolas, ainda que com um menor nível de conectividade. A Totvs por um lado e a Agrottools, em cooperação técnica com a IBM, já empregam IA e *machine learning*, enquanto as maiores empresas agrícolas testam essas tecnologias com resultados promissores em termos de custos e produtividade.

As *traders* globais dominam o comércio brasileiro de *commodities* agrícolas e aplicam sistemas SAP e *blockchain* em suas operações. As brasileiras de maior porte – como Algar e Caramuru nos grãos, Raizen na cana-de-açúcar e Fibria na celulose – também estão envolvidas na produção e no processamento de matérias-primas, usando e estabelecendo parcerias relacionadas a digitalização e genética avançada. Ao longo da cadeia, evidencia-se a adoção de *big data analytics* e IoT entre grandes produtores de *commodities* por meio de soluções fornecidas tanto por atores globais presentes no Brasil quanto por uma nova geração de *startups* agrícolas nacionais.

O varejo e os *food services* brasileiros são igualmente dominados por líderes globais embora enfrentem desafios específicos relacionados ao perfil da demanda doméstica. Implementam sistemas SAP e exploram a interface entre vendas *off* e *online* (onicanal) ao se integrarem nas redes sociais para antecipar demanda, experimentar sistemas de pagamento automáticos via *smartphone* e promover a padronização do m-comércio.

A análise, no entanto, confirmou as conclusões de outras pesquisas sobre a existência de um grupo de PME inovadoras, sobretudo entre as atuantes em biotecnologia. A aquisição de *software* (um *proxy* das TIC) não é considerada muito importante por mais de 70% das empresas vistas como inovadoras. No entanto, também existe uma faixa de PME de 30 a 49 empregados (25%) que consideram a aquisição de *software* um processo de importância média ou alta.

Por outro lado, empresas líderes – ABInBev, BRF, Mondalez, Ingredion e Duas Rodas – investem em pesquisa, têm centros de pesquisa no país e avançam na aplicação de IoT, IA e *big data analytics*. Suas linhas de investigação convergem com as prioridades das líderes globais: redução ou eliminação de sal e açúcar sem perda de textura e sabor, e desenvolvimento de novos ingredientes, aromas e sabores. Empenham-se também no *marketing* digital, ao automatizar a integração de suas operações de produção, promoção e vendas e se inserir nas redes sociais.



3

3 DESAFIOS E IMPLICAÇÕES

3.1 Uso atual e esperado das tecnologias digitais

Essa seção apresenta o resultado da análise dos dados obtidos pela pesquisa de campo do Projeto Indústria 2027 contemplando o Sistema Produtivo de Agroindústria (SP Agroindústria)⁹. O questionário foi aplicado entre 1º de junho e 31 de outubro de 2017 e obteve 759 respostas válidas dentro do público alvo de estabelecimentos industriais com mais de 100 empregados. Especificamente no caso do SP Agroindústria, foram obtidas 117 respostas válidas.

No SP Agroindústria, 66,0% dos respondentes atribuem probabilidade alta ou muito alta de a geração 4.0 de tecnologias digitais serem dominantes até 2027 em seus setores de atuação. A maior probabilidade de difusão das tecnologias digitais é nas funções organizacionais de relacionamento com fornecedores (78,7%) e nos relacionamento com clientes (71,3%), ao passo que a menor probabilidade é atribuída para as tecnologias aplicadas à gestão da produção (54,4%).

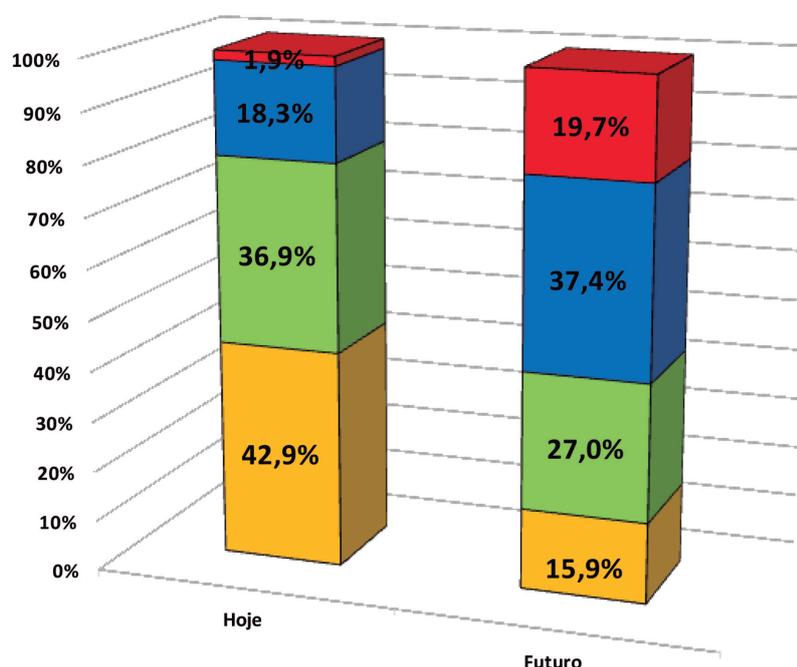
Atualmente, 20,2% das empresas brasileiras utilizam as tecnologias da geração digital mais recentes, relativas às gerações 3 ou 4, valor superior à média da indústria (22,2%), sendo que 1,9% do painel já adota tecnologias da geração 4, proporção superior ao total da indústria (1,6%).

Em 2027, 19,7% dos respondentes esperam estar na geração digital 4.0. Esse número significa uma expansão importante, tendo em vista a taxa de adoção de hoje (1,9%), estando, porém, abaixo da média geral (21,8%). Nas gerações 3 ou 4 estariam 57,1% das empresas do SP Agroindústria, valor inferior à média geral (58,7%).

Na comparação de 2017 com 2027, os maiores níveis em termos da adoção das tecnologias digitais da geração 4 são esperados nas funções de maior percentual de difusão no futuro nas Funções de relacionamento com fornecedores (35,0%) e Relacionamento com clientes (17,9%). Já em termos do crescimento, maiores taxas são observadas nas funções de Relacionamento com fornecedores (de 0,9% para 35,0%) e Gestão de negócios (de 0,9% para 17,1%). Em termos comparativos, observa-se, em geral, uma expectativa de difusão muito próxima em relação à média geral, porém, com difusão menor na função desenvolvimento de produto.

9. Ver análise detalhada no Anexo 1.

Gráfico 2 – Distribuição dos respondentes segundo as gerações tecnológicas digitais, hoje e futuro, em % do número de respondentes – SP Agroindústria



Fonte: Elaboração própria com base em dados da pesquisa de campo do projeto I2027.

No caso dos impactos sobre a competitividade decorrentes da adoção das tecnologias da geração 4.0, há pouca variação entre três atributos considerados (custo, prontidão, customização) – apesar de o impacto associado ao atributo “customização” se mostrar um pouco maior. Destaca-se o impacto do atributo “customização” sobre a função de desenvolvimento de produtos – impacto também perceptível no caso do relacionamento com fornecedores, da gestão da produção e do relacionamento com clientes. No caso da gestão de negócios, o alto impacto estaria associado ao atributo “custo” segundo a maioria dos respondentes.

Atualmente, a grande maioria das empresas encontra-se em estágio muito inicial de esforços para adoção das tecnologias mais avançadas. No SP Agroindústria, 17,4% dos respondentes relataram que possuem ações em execução no sentido da adoção das tecnologias digitais, percentual superior ao observado para o conjunto do painel (15,1%); se consideradas também as empresas com projeto aprovado, mas não iniciado, esse percentual se eleva a 33,6%, valor também superior ao observado para o conjunto do painel (30,4%).

Ainda com relação aos tipos de esforços em curso, comparativamente ao total do painel, observa-se entre as empresas do SP Agroindústrias uma maior intensidade de esforços em investimento, do que em P&D e treinamento. É maior o percentual de empresas que relataram ações em execução do tipo investimento em relacionamento com fornecedores, gestão da produção e relacionamento com clientes; destacam-se também ações de treinamento em relacionamento com clientes e de P&D em desenvolvimento de produto.

Em síntese, como tendência geral, observa-se hoje uma taxa de adoção das tecnologias de geração avançada extremamente reduzida nas Agroindústrias. Para 2027, entretanto, espera-se uma importante elevação da taxa de adoção dessas tecnologias, o que pode estar fundamentado em estímulos da dinâmica competitiva setorial e na possibilidade de geração de impactos efetivos sobre diferentes atributos determinantes da competitividade.

As evidências indicam que essas inovações podem ser implementadas em áreas distintas da empresa, num ritmo diferenciado, e que, eventualmente, podem surgir mecanismos de retroalimentação entre diversas funções organizacionais, capazes de gerar uma aceleração geral do ritmo de difusão.

3.2 Riscos, oportunidades e capacidade de resposta das empresas

Os *Clusters* Tecnológicos enfocados nesse documento se difundem rapidamente a partir da segunda década do milênio e ameaçam o *modus operandi* do sistema agroalimentar como um todo, em todos os seus segmentos. Dois indícios desta capacidade disruptiva são a entrada nesses mercados de grandes *players* do mundo digital e os esforços das grandes empresas para internalizar competências estratégicas nesse mundo digital.

Muito embora as líderes atravessem vertical e horizontalmente a estrutura em cadeia do sistema agroindustrial e alimentar, cada elo mantém suas especificidades, sendo impactados e adotando os *Clusters* em graus e de modo diversos, com forte influência da variedade de prioridades advindas da demanda.

Nesse novo contexto, a digitalização comanda a reestruturação de modelos de negócios, fontes de vantagens competitivas e estruturas de mercado. As biotecnologias passam pela revolução da edição genética, uma tecnologia cujo alcance se amplia rapidamente e promete níveis inéditos de manipulação genética sem esbarrar nos problemas regulatórios dos OGM. A Nanotecnologia, por sua vez, na forma de sensores e cápsulas de liberação controlada, se integra diretamente à IoT – sistema completado por *drones* e maquinaria agrícola inteligentes, como tratores autônomos. A convergência de *big data* com *analytics* e o apoio da IA são a base de uma “agricultura de informação” – o que também se aplica à pecuária, mesmo que em formas diferentes.

Os objetivos dessas inovações – maior eficiência no uso de insumos, menor impacto ambiental, menores custos – podem parecer rotineiros, mas revelam o potencial de uma transformação no gerenciamento da atividade agrícola ao possibilitar, a princípio, uma “agricultura à distância”, controlada por operadores desvinculados da propriedade agrícola. A chave dessa nova situação é o controle dos dados da atividade agrícola e dos programas que animam as máquinas.

Podem os produtores manter o controle sobre o uso dos dados da sua propriedade? São donos com direito de, diante defeitos, tentar consertar suas máquinas? O mundo do *big data* agrícola tende a ser dominado por oligopólios típicos dos mercados de insumos? A entrada da IBM e o avanço da Monsanto e da Deere no *big data* agrícola sugerem um processo de concentração. No momento, porém, “agriculturas de informação” surgem em torno de cooperativas controladas por produtores nos Estados Unidos. Além disso, o fato de serem de domínio público muitos dos dados que alimentam o *big data* permite a proliferação de *startups* estimuladas por grandes atores, como a Google e outras, com a enorme diversidade de ambientes agrícolas favorecendo a presença de muitos atores nesses mercados. Assim, mesmo com o forte envolvimento dos agentes globais, as políticas públicas podem se tornar decisivas na conformação destes.

O avanço dessas tecnologias é acompanhado por uma crescente concentração da atividade agrícola e pela emergência do fenômeno das *mega-farms*, apontadas como fenômenos da nova fronteira tecnológica, embora também tenha evidente motivação puramente especulativa. Em que medida essas tecnologias podem beneficiar os pequenos e médios produtores? Na área de Biotecnologia, o barateamento do sequenciamento e da edição de genes, aliado a um regime de propriedade intelectual aparentemente mais aberto, abrem um potencial de maior envolvimento tanto do setor público quanto de associações e cooperativas de produtores no melhoramento genético – tecnologia cada vez mais central no combate a condições de estresse associadas às mudanças climáticas. Novas empresas estão surgindo para oferecer plataformas em nuvem chamadas *cloud biology*, com sistemas analíticos de *big data* que prometem tornar o melhoramento genético mais veloz e acessível.

Da mesma forma, o caráter de bens públicos de muitos dados relevantes para o agricultor – clima, preços, previsões de safra – favorece a proliferação de iniciativas locais, sobretudo num ambiente em que o *smartphone* se democratiza e se torna a plataforma privilegiada de aplicativos. Já na área de instrumentos e máquinas, prevê-se um barateamento exponencial de sensores, chips e mesmo drones.

Fundos para tecnologia agrícola (*Agteche Agtech startups*), combinados com estratégias de inovação de empresas líderes no formato *crowd-sourcing*, estão mudando a dinâmica de inovação na agricultura e no sistema agroalimentar. Estimam-se financiamentos de mais de US\$ 10 bilhões entre 2014 e 2016, 33% dos quais investidos em atividades relacionadas ao elo agrícola. Existem 14 fundos especializados em *Agtech* que movimentam US\$ 850 milhões, mas a maioria dos 665 acordos de investimento os participantes são fundos não especializados (AGFUNDER, 2017).

Ao passar ao elo do comércio, encontramos um setor que nasceu e permanece altamente oligopolizado, desde o início identificado com a fronteira tecnológica de sua época. As empresas líderes atuam no conjunto das *commodities*, tanto agrícolas quanto minerais, em serviços de logística, e também estão fortemente envolvidas nos novos serviços financeiros, dado o papel das *commodities* nos portfólios de investimento.

No setor de *trading* agrícola, as exigências de rastreabilidade e de qualidade impulsionam a adoção da IoT. Como as margens estreitas desses mercados requerem eficiência e redução de custos, exercem uma pressão adicional para a adoção de *big data analytics*.

A indústria alimentar abrange dois segmentos muito diferentes – ingredientes e produtos finais – e dois tipos de produção – contínua e descontínua. Uma parte dos ingredientes – farinhas, óleos, açúcar – provém de *traders* que geralmente incluem atividades de primeiro processamento. A segunda parte trata de leveduras, enzimas e produtos de química fina, todos fortemente influenciados pelos avanços da Biotecnologia. Para a indústria de produtos finais, a fase de manufatura é muitas vezes secundária e sujeita a terceirização, enquanto o gerenciamento da marca representa o núcleo de seus negócios. Por outro lado, algumas das líderes, na busca de maior valor agregado face à banalização de muitos produtos de seu negócio tradicional, estão investindo em produtos de alta intensidade tecnológica. Nesse contexto, as biotecnologias se tornam peça-chave, sobretudo dos processos contínuos, como no segmento de probióticos. Avanços em tecnologias de extrusão, por sua vez, são centrais para o segmento de *snackbars*.

Em inglês, o setor de alimentos processados é chamado de *packaged food industry*, não apenas porque o termo *processed foods* adquiriu um sentido pejorativo, mas porque o *marketing* se concentra na marca e nas informações visuais e conceituais da embalagem (*packaging*). Contrasta frontalmente, portanto, com os produtos frescos, que ameaçam monopolizar os valores agora dominantes no consumo alimentar: saúde, *fitness* e bem-estar. A indústria de *packaged foods* se encontra em processo de profunda reestruturação, caracterizado por ondas de aquisições e fusões e perdas de importantes fatias de mercado pelas líderes. Duramente atingida na disputa por ser “saudável”, essa indústria, no entanto mantém suas vantagens baseadas na praticidade e na conveniência, que continuam sendo tendências igualmente fortes.

Grande parte da atividade inovadora se concentra no *packaging*, fator importante tanto por razões estéticas quanto informacionais – calorias, prazo de validade etc. Outros focos de inovação incluem: identificação de origem, rastreabilidade, indicação de qualidade em tempo real, comestibilidade e biodegradabilidade.

O setor do grande varejo foi o que mais empregou o gerenciamento de informação para estabelecer uma nova relação com a demanda, desenvolvendo e acelerando a banalização de produtos processados de marcas próprias e associadas. Ao mesmo tempo, foi decisivo na construção de novas cadeias globais de produtos frescos e de uma nova categoria de produtos *fresh packaged*. Nesses, a embalagem realça, em vez de camuflar, o produto original, e, portanto, costuma ser transparente e alvo privilegiado de sensores de origem, qualidade e perecibilidade.

O *big data* utilizado nos caixas de pagamento, nos programas de fidelização e nos cartões de crédito permite um avanço do varejo no entendimento de uma demanda

não mais genérica, mas crescentemente personalizada. O passo decisivo neste sentido são as vendas *online*, nas quais o varejo tradicional precisa encarar tanto gigantes do segmento, como a Amazon, quanto a proliferação de plataformas de venda direta de produtos de nicho. Ao mesmo tempo, o *marketing* começa a se deslocar para as redes sociais a fim de personalizar cada vez mais a publicidade.

Os gastos com alimentos fora de casa têm aumentado continuamente nas últimas décadas: já alcançaram os gastos com o consumo doméstico e tendem a aumentar. Diferentemente do varejo, este setor, que inclui preparação de alimentos e comida para entrega em domicílio, é muito fragmentado, embora sofra processos acelerados de concentração via *franchising*. O *e-commerce* e a entrega representam 40% dos investimentos em *startups* (AGFUNDER, 2017). Vários tipos de plataformas estão surgindo para interação *online* entre consumidores, restaurantes e outros tipos de *food home delivery*. A comida está se tornando um fator central na vida privada e pública, numa tendência estimulada por inúmeros programas de televisão e livros transformando os *chefs* em celebridades cujas receitas autorais, de alcance geral, estimulam refeições especiais no âmbito do lar.

Com os recursos *online*, os consumidores deixam de ser um componente estatístico da demanda – ainda que segmentada – e se tornam agentes da cadeia de valor. Estudos recentes mostram que consumidores pesquisam cada vez mais preços na Internet e são crescentemente objeto de personalização por outros atores. Parcerias como a da Tesco – maior varejista inglesa – com o Facebook para explorar novos formatos de publicidade sugerem que o recurso a *big data analytics* será o caminho para definir estratégias de publicidade tanto incorporadas quanto personalizadas.

De modo geral, portanto, a difusão das inovações no setor de fabricação de alimentos e bebidas pode incluir (EC, 2016):

- Novos produtos e processos.
- Novos tipos de embalagem.
- Nova informação fornecida na embalagem.
- Novas fórmulas (conservantes, aditivos, sabores).
- Extensão da variedade de produtos.
- Novos métodos de *marketing*.
- Implementação de um processo logístico novo ou significativamente aprimorado.

3.2.1 Desafios para a competitividade

Um importante desafio para a indústria alimentar são as implicações potencialmente negativas dos alimentos que passam por várias etapas de processamento – inclusive o segmento mais competitivo de pratos prontos –, vistos como uma das principais causas de obesidade e doenças associadas. O Ministério da Saúde calcula que mais da

metade da população brasileira sofre de sobrepeso e 20%, de obesidade. A indústria se empenha em eliminar os ingredientes alvos de críticas e desenvolve novos componentes a partir de recursos de *big data* e avanços nas técnicas genéticas. No entanto, esse caminho corre o risco de enfrentar a mesma oposição que a engenharia genética.

O reposicionamento da indústria alimentar passa pelo desenvolvimento de novos conceitos de processamento, que reduzam ou eliminem ingredientes, sobretudo os danosos à saúde – tanto os tradicionais açúcar e sódio quanto os químicos. Confiar apenas em nomes de ingredientes familiares será muito mais difícil, mas algumas empresas já se pautam neste objetivo. Tal desafio representa uma oportunidade para PME inovadoras, em particular as de ingredientes biológicos.

Como resposta às críticas aos alimentos processados, a indústria alimentar pesquisa processos e ingredientes de substituição, recorrendo às novas fronteiras da genética que incluem técnicas como CRISPR/Cas9 e a biologia sintética. Frente ao risco de serem vistas como uma extensão da engenharia genética, será necessário estabelecer protocolos claros para a produção e circulação de componentes nos laboratórios, bem como uma cuidadosa campanha pública de esclarecimento.

Um dos problemas estruturais mais significativos é o contraste e a falta de conexão orgânica entre uma indústria alimentar pouco competitiva e orientada para o mercado doméstico e os agronegócios de *commodities* extremamente competitivos internacionalmente. Isto prevalece, sobretudo, no setor de grãos – a maior fonte de ingredientes para a indústria alimentar e de bebidas. Essa separação foi aprofundada pela crescente subordinação das exportações de *commodities* às demandas do mercado chinês, que se interessa apenas por exportações em grão, e pela Lei Kandir, que favorece a exportação de matéria-prima não processada.

Por outro lado, vozes locais crescentes articulam a necessidade de redirecionar o modelo agrícola nos cerrados, que, em sua forma atual, pode não gerar condições inclusivas de desenvolvimento local e regional. Na agricultura, o modelo expulsa mão-de-obra – processo acelerado pela digitalização –, mas não gera empregos alternativos pela falta de verticalização. Ao mesmo tempo, a ocupação dessa fronteira agrícola foi um *trade-off* que priorizou a preservação da região amazônica. Hoje, o custo de sacrificar a rica biodiversidade dos cerrados está sendo questionado.

Nessa ótica, a sustentabilidade é o novo determinante da incorporação da digitalização nos cerrados. As empresas do segmento têm competência comprovada e dependem de um mercado internacional cada vez mais exigente do ponto de vista ambiental, tendo condições, portanto, de aprimorar, em parceria com centros de pesquisa, suas fontes de competitividade sustentável. O maior risco à absorção dessa tecnologia, porém, é que seus ganhos de eficiência em custos e produtividade aprofundem o modelo atual em vez de orientar-se em direção a práticas sustentáveis e estratégias para a geração de empregos e o desenvolvimento da dinâmica local/regional.

O rastreamento já se tornou *sine qua non* para o acesso a muitos mercados internacionais, e hoje as técnicas de digitalização e IoT permitem a identificação em tempo real. Sua implementação na cadeia de carne bovina teria permitido contornar imediatamente os efeitos negativos da campanha em torno da “carne fraca”. Deve-se desenhar, portanto, políticas para massificá-lo não apenas na cadeia de carne, mas no conjunto do sistema agroalimentar.

Identificam-se transformações radicais em todos os elos do sistema agroalimentar como resultado dos impactos dos *Clusters* Tecnológicos, apontando para a necessidade de um novo arcabouço institucional e regulatório. Na agricultura, os grandes produtores dispõem majoritariamente de Internet em suas fazendas e mostram interesse em incorporar *big data analytics*. No entanto, falta acesso a redes de alta capacidade e velocidade, cruciais para a incorporação e difusão de IoT. Na agricultura familiar, que já conta com uma faixa importante de produtores plenamente tecnificada, o problema maior não parece ser o acesso às tecnologias – cujos preços tendem a cair dramaticamente –, mas as novas exigências de qualificação para o agricultor. Esta carência requer programas de extensão e assistência técnica de natureza distinta dos tradicionais programas do passado: a ênfase passa a ser a gestão, as soluções tecnológicas, o desenvolvimento de parcerias para implementá-las e os canais de financiamento adequados a esse novo cenário.

As *startups* agrícolas, já evidentes nos serviços digitais para a agricultura, são a expressão de um novo modelo do ecossistema de inovação no sistema agroalimentar como um todo, à medida que este se integra ao mundo digital. Esse modelo emergente deve ser objeto de reflexão e atenção para o desenvolvimento de programas envolvendo diferentes atores – como universidades, agências estaduais de inovação, a Financiadora de Projetos (Finep) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) – no fomento aos *hubs* locais e regionais.

Característica importante de um sistema agroalimentar sujeito à digitalização, a viabilização de atividades de PME em todos os seus elos é reforçada pela priorização de produtos frescos e naturais. Em estreita articulação com mercados via aplicativos, *smartphones* e redes sociais, as novas PME são componentes intrínsecos do novo mundo digital, tanto na agricultura quanto na agroindústria e nos *food services*. Demandam, contudo, critérios sanitários apropriados à sua escala – e não simplesmente a replicação dos padrões industriais vigentes.

Finalmente, empresas de todos os portes e de diferentes setores de origem estão ofertando soluções tecnológicas que combinam informações públicas – sobretudo sobre o clima – a outras colhidas junto aos produtores. Na sua forma mais acabada, o produtor faz o *upload* de dados relevantes e as empresas devolvem instruções diretamente aos equipamentos.

Os limites de propriedade e utilização dos dados fornecidos pelo produtor são questões ainda em debate – o que inclui a opção entre equacioná-las contratualmente entre as partes ou por regulá-las formalmente. Questões-chave incluem a anonimização dos dados, os direitos de exclusividade, as condições de privacidade versus a importância econômica e para os negócios de a informação circular amplamente, desde que garantida propriedade ou benefícios para os cedentes da informação. Alguns países estão elaborando códigos de prática que serviriam para consensuar relacionamentos, mas não existe ainda qualquer referência estabelecida e aceita. Quanto mais cedo os distintos atores relevantes iniciarem discussões a respeito, maior chance terá o Brasil de propor soluções no palco internacional.

A indústria de alimentos e bebidas é certamente o elo mais fraco do sistema agroalimentar do país, apesar da forte presença das empresas globais. Já foram mencionadas sua pouca competitividade internacional, seu direcionamento ao mercado doméstico e a falta de uma integração em cadeias globais decorrente das estratégias das transnacionais. Confirma-se a natureza essencialmente imitativa da inovação no setor, em grande parte reduzida à compra de insumos e maquinaria, muitas vezes via importações. No entanto, as líderes nacionais e globais dispõem de importantes capacidades de pesquisa no país, inclusive nos *Clusters* de tecnologia aqui investigados.

Ao mesmo tempo, tanto aqui como globalmente, essa indústria é o segmento do sistema agroalimentar mais visado quanto aos novos males da alimentação evidenciados no aumento da obesidade e doenças associadas. Além de ter um acordo com a indústria para a redução de açúcar e sódio, o Ministério da Saúde aconselha evitar os produtos que passam por várias etapas de processamento – um avanço com relação à OMS, que aconselha apenas uma redução.

O esforço de P&D próprio ou em colaboração leva a indústria alimentar à utilização das técnicas avançadas de biotecnologia e biologia sintética. A vantagem, do ponto de vista da pesquisa, é que até agora nem as novas técnicas (CRISPR/Cas9) nem a área de biologia sintética são objetos de regulação pública. As organizações da sociedade civil, porém, já têm na mira essas novas fronteiras tecnológicas, bem como a nanotecnologia, e algumas empresas ícones já se posicionaram contrariamente. Não parece provável, portanto, que o lançamento de produtos baseados nessas tecnologias passe despercebido. Assim, a indústria precisa iniciar ou se envolver em discussões sobre sua regulação.

Já se identificou a grande separação entre o setor agroindustrial e a indústria alimentar como uma das mais importantes fraquezas do sistema agroalimentar brasileiro. As pressões da saúde pública sobre o papel dos alimentos na explosão de doenças civilizatórias, bem como a crescente preferência dos consumidores por produtos naturais, podem criar um ambiente mais propício a uma aproximação entre esses dois elos da cadeia para o desenvolvimento de novos ingredientes e insumos biológicos.

As tendências identificadas em nível global, com a difusão do mundo digital e, sobretudo, a nova articulação *online* entre o consumo e a indústria, apontam para outras transformações igualmente profundas. O segmento mais avançado da indústria alimentar brasileira é o de pratos prontos, no qual mais se destacam as empresas nacionais que dominam o setor de carnes e mais se concentram as ambições de consolidar um setor competitivo de exportações.

Internacionalmente, porém, o segmento está perdendo competitividade face à preferência por produtos frescos e não congelados ou resfriados. A explosão de entregas *online* acelera essa tendência que, como foi visto, é a contrapartida do aumento de consumo alimentar fora de casa. Isso sugere necessidade de adaptação desse segmento brasileiro à expansão dos *food services*.

Esses, um setor ainda bastante fragmentado no país, passa por um processo de concentração. A expansão dos serviços de marca – seja por via orgânica, seja via *franchising* – aumenta a demanda por padronização da produção, dando origem a um mercado de insumos alimentares que já se tornou chave para a indústria alimentar na Europa e nos Estados Unidos. O modelo mais desenvolvido nesse sentido é o setor de *surgelés* na França: diante da valorização dos alimentos frescos, restaurantes franceses também indicam se os produtos foram cozidos *in situ*. Esse setor, portanto, certamente vai sofrer transformações. No entanto, mesmo tendo que se adaptar a novos critérios, representa uma importante oportunidade de crescimento para a indústria alimentar, ao mesmo tempo em que exige uma logística fina, para a qual a rastreabilidade e a IoT serão decisivas.

Por outro lado, a expansão do setor num contexto de valorização dos alimentos frescos favorece a consolidação de PME, que por sua vez estimulam a produção agrícola local, cuja expressão mais clara é a multiplicação de mercados de produtores. Importa reconhecer que essas tendências não refletem mais a persistência de formas tradicionais, em relação às quais as políticas públicas tendem a oscilar entre a tolerância e a punição em nome da saúde pública. Pelo contrário, esses espaços estão sendo criados por novos empreendedores, com uma participação importante do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). Exigem, assim, novos conceitos de controle sanitário, alinhados aos novos valores de “comida caseira” – adotados pelo Ministério de Saúde para julgar alimentos que passam por várias etapas de processamento – e produtos naturais.

Em contraste com a indústria alimentar, os agronegócios em torno das *commodities* agrícolas já afirmaram a sua competitividade internacional num leque amplo de produtos – soja, milho, açúcar, suco de laranja, café, celulose, fumo, carnes. As indústrias a montante e imediatamente a jusante, todas líderes mundiais, já empregam e promovem as tecnologias digitais e genéticas, e os grandes produtores agrícolas já incorporam, embora ainda de forma experimental e com problemas de conectividade,

os novos pacotes digitais para a agricultura. Sua difusão, no entanto, depende de uma nova geração de técnicos, cuja escassez hoje é refletida nos altos salários. A iniciativa, em São Paulo, de enfrentar esse problema com cursos profissionais pode servir como modelo para outros estados.

A resposta positiva e rápida dos grandes produtores sugere que a digitalização vai oferecer importantes incrementos em eficiência de custos e de produtividade, decorrentes de sua capacidade de gerenciar uma *mega-farm* com o controle minucioso característico da pequena produção. Assim, sua difusão pode confirmar e reforçar o modelo da *mega-farm* na produção de grãos, mesmo que a um patamar mais baixo de preços, com a demanda global ainda em expansão. Nesse contexto, a difusão pela Embrapa de um modelo de integração entre lavoura, pecuária e floresta como o mais sustentável nos cerrados pode enfrentar maiores obstáculos.

Para a agricultura de pequena escala, a projeção de queda exponencial de preços sugere que o acesso à tecnologia talvez não represente um obstáculo intransponível. Os movimentos sociais e muitas associações que promovem a agricultura em pequena escala ou familiar desconfiam, no entanto, de tecnologias avançadas. Por outro lado, existem muitas experiências da promoção de cultivos digitalizados via sistemas de inovação aberta, adaptados a ecossistemas locais e à necessidade de preservação da privacidade dos produtores. No Brasil, as cooperativas experimentam uma renovação, com uma participação expressiva inclusive nas exportações, podendo, portanto, ser um instrumento eficaz de difusão tecnológica entre pequenos e médios produtores. Mais polêmica, talvez, a inovação aberta com técnicas avançadas da genética já está em teste junto a comunidades tradicionais para recuperar a biodiversidade e reforçar variedades locais.

Em resumo, os desafios e as implicações políticas da geração e da difusão de novas tecnologias digitais e genéticas demandam diálogo público para identificar caminhos que melhor compatibilizem seu potencial com a manutenção e a promoção de uma agricultura diversificada, sustentável, alinhada às necessidades de saúde pública e às novas tendências de consumo.

3.2.2 Implicações

O sistema agroalimentar experimenta hoje uma combinação entre a oferta de novas tecnologias digitais e genéticas e as pressões da demanda por produtos mais frescos e naturais, seja via regulação, seja por novos valores. Simultaneamente, o tradicional consumo doméstico cede espaço progressivamente para serviços alimentares pautados na conveniência. Essas transformações radicais em todos os elos do sistema exigem novos arranjos institucionais e regulatórios, que estão sendo debatidos e desenhados em foros internacionais e nacionais.

No elo agrícola, vimos que os grandes produtores estão respondendo positivamente à aplicação de *big data* e IoT para melhorar sua eficiência. Mas, mesmo que a grande maioria tenha acesso à Internet pelo menos na sede da propriedade, a falta de cobertura 3G limita seu potencial – apesar dos esforços de várias empresas de encontrar alternativas – e precisa ser equacionada.

Um fator de destaque no Brasil e no mundo é o surgimento de *startups* agrícolas, com uma proliferação de pacotes que aproveitam o potencial do *big data* para a agricultura. Com alguma frequência, sobretudo nos Estados Unidos, a atuação dessas empresas não se limita a serviços para a agricultura, mas se estende a muitas outras atividades ao longo do sistema agroalimentar – inclusive o desenvolvimento de inovações de produtos e alimentos inteiramente novos e, sobretudo, os diversos segmentos de *food services*.

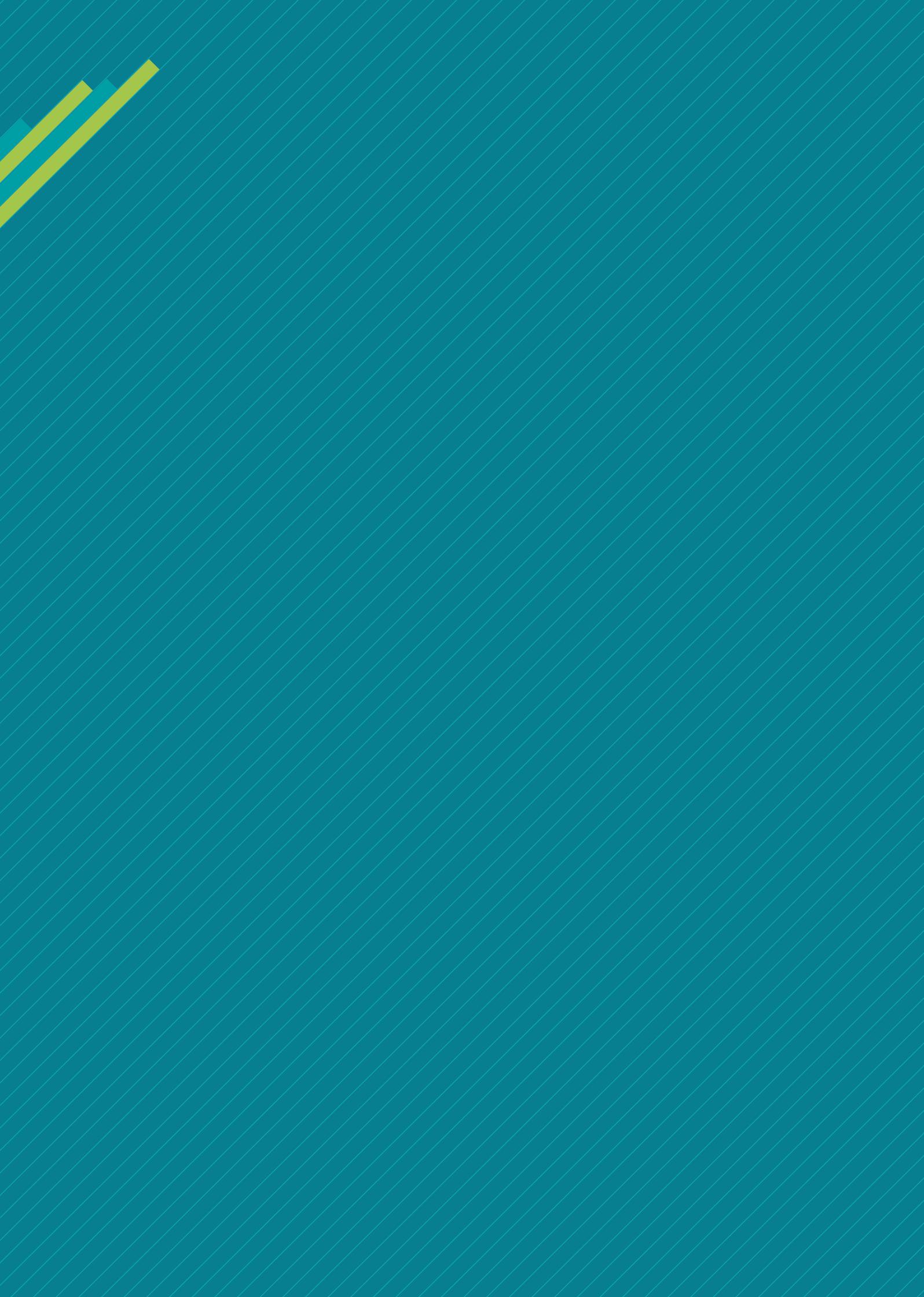
A inovação no sistema agroalimentar, portanto, não se limita mais ao setor público de pesquisa ou as grandes empresas, mas assume cada vez mais o padrão característico do mundo digital: *startups* apoiadas por capital de risco que, ao alcançar sucesso, se tornam alvo de aquisição. Este modelo é incipiente no Brasil, mas sua difusão e extensão para setores além da agricultura exigiriam um programa de fomento mais especializado, envolvendo universidades, Finep e BNDES na promoção de arranjos e *hubs* locais.

O desafio central para a indústria alimentar é desenvolver tecnologias de processo sem os ingredientes e aditivos que têm sido centrais em sua produção, bem como incorporar novos ingredientes e insumos biológicos. Os avanços mais promissores nessa direção a estão levando a cooperar com empresas que combinam *big data analytics* e genética avançada, especialmente a biologia sintética. Podem ser úteis, neste âmbito, políticas de fomento e regulação com viés positivo, no sentido de induzir condutas das empresas em favor da busca, do desenvolvimento e da introdução de soluções tecnológicas pró-saudabilidade e/ou que permitam a substituição de insumos como açúcar, óleo, sal ou mesmo produtos que passam por várias etapas de processamento.

A análise internacional identifica a persistência, após 20 anos, da oposição europeia a alimentos que envolvem engenharia genética – postura que também cresce nos Estados Unidos. Assim, para assegurar que essas novas técnicas não enfrentem igual oposição, será necessário formalizar protocolos em torno da produção e circulação de componentes para finalidades de pesquisa e desenvolver atividades de esclarecimento.

A Nanotecnologia, especialmente, apesar de ter consolidado uma massa crítica de pesquisa acadêmica nas últimas duas décadas, apresenta dificuldades para traduzir seus avanços em aplicações produtivas. Os dados da PINTEC identificam apenas uma empresa que trabalha com essas técnicas (IBGE, 2016).

Quanto à proliferação de PME em todos os elos do sistema, será necessário desenvolver novos protocolos de fiscalização sanitária, que ainda seguem o padrão utilizado para instalações industriais. O mundo artesanal representa cada vez menos o passado, e se torna um componente central da nova face dessa cadeia, na qual a digitalização, os aplicativos via *smartphone* e as redes sociais viabilizam atividades em pequena escala.



REFERÊNCIAS

ABELLAN, L. (2017) **Vestager: La idea de ‘compra europeo ‘de Macron puede ser interesante. La Comisaria celebra la llegada de nuevas ideas para favorecer los productos comunitarios.** El País, 18 mai. 2017. Disponível em: http://economia.elpais.com/economia/2017/05/17/actualidad/1495047915_297158.html.

ABIA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA ALIMENTAÇÃO. Disponível em: www.abia.org.br

ACOSTA, M., CORONADO, D., & FERRÁNDIZ, E. (2013). **Trends in the acquisition of external knowledge for innovation in the food industry.** In M. García Martínez (Ed.), *Open innovation in the food and beverage industry* (pp. 3-24). Oxford: Woodhead Publishing.

AGFUNDER (2017) **AgTech Investing Report. Year in review 2016.** Agfunder, 31 jan. 2017. Disponível em: <https://research.agfunder.com/2016/AgFunder-Agtech-Investing-Report-2016.pdf>

AGTECH GARAGE. (s/d) Blog. Disponível em: <http://www.agtechgarage.com/blog/>

AGRO DBO. (2017) Fazenda cibernética. Revista AGRO DBO, 02 jun. 2017.

AHN, Y.-Y., AHNERT, S.E., BAGGROW, J.P., BARABÁSI, A. (2011). **Flavor network and the principles of food pairing.** Nature, Scientific Reports, | 1 : 196 | DOI: 10.1038/srep00196

AHUJA, G. (2000). **The duality of collaboration: Inducements and opportunities in the formation of interfirm linkages.** Strategic Management Journal, 21(3), 317-343.

ALFRANCA, O., RAMA, R., & VON TUNZELMANN, N. (2002). **A patent analysis of global food and beverage firms: the persistence of innovation.** Agribusiness. An International Journal, 18(3), 349-368.

ALFRANCA, O., RAMA, R., & VON TUNZELMANN, N. (2004). **Combining different brands of in-house knowledge: technological capabilities in food, biotechnology, chemicals and drugs in agri-food multinationals.** Science and Public Policy, 31(3), 227-244.

ALFRANCA, O., RAMA, R., & VON TUNZELMANN, N. (2005). **Innovation in food and beverage multinationals.** In R. Rama (Ed.), *Multinational agribusinesses* (pp. 13-50). New York and London: Haworth Press Inc.

AL-FUQAHA, A., GUIZANI, M., MOHAMMADI, M., ALEDHARI, M., & AYYASH, M. (2015). **Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications.** IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17(4), 2347-2376.

ANDERSEN, E. S., & LUNDVALL, B.A. (1988). **Small national systems of innovation facing technological revolutions: an analytical framework**. In F. C. & B.-A. Lundvall (Eds.), *Small Countries Facing the Technological Revolution* (pp. 9-36). London and New York: Pinter Publishers.

ARCESE, G., FLAMMINI, S., LUCCHETTI, M. C., & MARTUCCI, O. (2015). **Evidence and experience of open sustainability innovation practices in the food sector**. *Sustainability*, 7(7), 8067-8090.

ASCHHOFF, B., CRASS, D., CREMERS, K., GRIMPE, C., RAMMER, C., BRANDES, F., *et al.* (2010). **European competitiveness in key enabling technologies**. Mannheim, Germany.

AVERMAETE, T., VIAENE, J., MORGAN, E. J., PITTS, E., CRAWFORD, N., & MAHON, D. (2004). **Determinants of product and process innovation in small food manufacturing firms**. *Trends in Food Science & Technology*, 15, 474-483.

BAYONA-SÁEZ, C., GARCÍA-MARCO, T., SÁNCHEZ-GARCÍA, M., & CRUZ-CÀZARES, C. (2013). **The impact of open innovation on innovation performance: the case of Spanish agri-food firms**. In M. García Martínez (Ed.), *Open innovation in the food and beverage industry* (pp. 74-94). Oxford: Woodhead Publishing.

BEHRENS, J. H., BARCELLOS, M. N., FREWER, L. J., NUNES, T. P., FRANCO, B. D. G. M., DESTRO, M. T., *et al.* (2010). **Consumer purchase habits and views on food safety: A Brazilian study**. *Food Control*, 21(7), 963-969.

BISANG, R., GUTMAN, G., ROIG, C., & RABETINO, R. (2000). **La oferta tecnológica de las principales cadenas agroindustriales en el MERCOSUR ampliado**. Montevideo: Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico del Cono Sur (PROCISUR).

BISANG, R., STUBRIN, L., & ANLLÓ, G. (2011). **Las empresas de biotecnología en Argentina**. Santiago de Chile: CEPAL.

BREWIN, D. G., MONCHUK, D. C., & PARTRIDGE, M. D. (2009). **Examining the adoption of product and process innovations in the Canadian food processing industry**. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, 57(1), 75-97.

CABRAL, J. E. (1999). **Pattern and determinants of technological innovation in the Brazilian food industry**. PhD Thesis, University of Reading, Reading, UK.

CABRAL, J. E. D. O. (1998). **Survey on technological innovative behavior in the Brazilian food industry**. *Scientometrics*, 42(2), 129-169.

CABRAL, J. E. D. O. (2007). **Determinantes da propensão para inovar e da intensidade inovativa em empresas da indústria de alimentos do Brasil**. *Revista de Administração Contemporânea*, 11, 87-108.

CABRAL, J. E. d. O., & Rama, R. (2008). **Technological Innovation in the Brazilian Food and Beverage Industry**. In R. Rama (Ed.), Handbook of innovation in the food and drink industry. New York and London: Taylor & Francis Group.

CAMPOS, B., & URRACA-RUIZ, A. (2009). **Padrões setoriais de inovação na indústria brasileira**. Revista Brasileira de Inovação, 8(1 jan/jun), 167-210.

CARDAMONE, P., PUPO, V., & RICOTTA, F. (2016). **Exploring the Relationship Between University and Innovation: Evidence from The Italian Food Industry**. Università della Calabria. Dipartimento di Economia, WP 02-2016. Cosenza (Italia).

CARRARESI, S. C. A. L., & BRÖRING, S. (2016). **External Knowledge Sources as Drivers for Cross-Industry Innovation in the Italian Food Sector: Does Company Size Matter?** International Food and Agribusiness Management Review, 19(3).

CASWELL, J. A., ROBERTS, T., GOLAN, E., & SALAY, E. (2008). **The interaction of public and private incentives in promoting food safety innovation in the US meat industry**. In R. Rama (Ed.), Handbook of Innovation in the Food and Drink Industry (pp. 141-170). New York: The Haworth Press-Taylor and Francis Group.

CHRISTENSEN, J. L., RAMA, R., & VON TUNZELMANN, N. (1996). **Study on Innovation in the European Food Products and Beverages Industry (No. EIMS SPRINT)**. Brussels: The European

CILIBERTI, S., BRÖRING, S., & MARTINO, G. (2015). **Drivers of innovation in the European Food Industry: Evidences from the Community Innovation Survey**. International Journal on Food System Dynamics, 6(3), 175-190.

COHEN, W. M., & LEVINTHAL, D. A. (1989). **Innovation and learning: the two faces of R & D**. The economic journal, 99(397), 569-596.

COMMANDER, S., HARRISON, R., & MENEZES-FILHO, N. (2011). **ICT and productivity in developing countries: new firm-level evidence from Brazil and India**. Review of Economics and Statistics, 93(2), 528-541.

COSTA, B. M. G., DA SILVA PEDRO, E., & DE MACEDO, G. R. (2013). **Scientific collaboration in biotechnology: the case of the northeast region in Brazil**. Scientometrics, 95(2), 571-592.

CRAVIOTTI, C. (2017). **Agentes, alianzas y controversias en redes globales: La producción de variedades de semillas de soja en Argentina**. Revista CTS, 35, 109-130.

DA SILVA, H. J. T. (2011). **Levantamento e estruturação de dados sobre capital internacional no agronegócio e na economia nacional**. Picicaba S.P. Brazil: Universidade de São Paulo.

DA SILVEIRA, G. (2001). **Innovation diffusion: research agenda for developing economies.** Technovation, 21, 767-773.

DALLA CORTE, V. F. (2014). **A inovação tecnológica na indústria de derivados do trigo do Brasil.**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

DE LAGO, M. (2011). **Spain bans unhealthy food in schools in bid to tackle obesity.** BMJ: British Medical Journal, 343(7813), 16-16.

DE MORI, C., BATALHA, M. O., & ALFRANCA, O. (2016). **A model for measuring technology capability in the agrifood industry companies.** British Food Journal, 118(6), 1422-1461.

DE NEGRI, F., & CAVALCANTE, L. R. (2013). **Análise dos dados da Pintec 2011.** www.ipea.gov.br: Repositório IPEA.

DHONT-PELTRAULT, E., & PFISTER, E. (2011). **R&D cooperation versus R&D subcontracting: empirical evidence from French survey data.** Econ. Innov. New Techn., 20(4), 309-341.

DOMINGUES, S. A. (2002). **Determinantes do padrão de inovação da indústria de alimentos e bebidas no Estado de São Paulo entre os anos 1994 e 1996.** Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brazil.

DOSI, G. (2000). **The research on innovation diffusion: an assessment** In G. Dosi (Ed.), Innovation, Organization and Economic Dynamics. Selected Essays (pp. 115-145). USA: Edward Elgar.

DURAN, N., & MARCATO, P. D. (2013). **Nanobiotechnology perspectives.** Role of nanotechnology in the food industry: a review. International Journal of Food Science & Technology, 48(6), 1127-1134.

EC – EUROPEAN COMMISSION. (2016). **The competitive position of the European food and drink industry.** Brussels: Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs.

EC – EUROPEAN COMMISSION. (2013). **Sectoral Innovation Coefficients (CIS*KIA).** Brussels: Directorate General for Research and Innovation.

EC – EUROPEAN COMMISSION. (2009). **Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions.** Preparing for the future: Developing a common strategy for key enabling technologies in the EU. Brussels.

EC – EUROPEAN COMMISSION. (2008) **Report from the Commission to the European Parliament and the council on socio-economic implications of GMO cultivation.** Brussels: EC, Dec. 2008. Disponível em: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/plant_gmo-socio-economic_considerations-socio_economic_report_gmo_en.pdf.

ECLAC (Ed.). (2005). **Trans-latins in the food and beverages industry.** Santiago de Chile: Economic Commission for Latin America and Caribbean (UN).

ENZING, C., PASCUCCI, S., JANSZEN, F., & OMTA, O. (2011). **Role of open innovation in the short- and long-term market success of new products: evidence from the Dutch food and beverages industry.** Journal on Chain and Network Science, 11(3), 235-250.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. (2017). **Fast Food in Brazil.** London: Euromonitor International, May 2017.

FAGERBERG, J., & GODINHO, M. M. (2006). **Innovation and catching-up.** In J. Fagerberg, D. C. Mowery & R. R. Nelson (Eds.), The Oxford Handbook of Innovation (pp. 514-542). Oxford: Oxford University Press.

FARINA, E., & VIEGAS, A. (2005). **Multinational Firms in the Brazilian Food Industry. In R. Rama (Ed.), Multinational agribusinesses (pp. 283-321).** New York and London: Haworth Press.

FILIPPI, M., FREY, O., & MAUGET, R. (2008). **Les coopératives agricoles face à l'internationalisation et à la mondialisation des marchés.** Revue internationale de l'économie sociale: Recma(310), 31-51.

FOOD AND BUSINESS NEWS (2017). <http://www.foodbusinessnews.net/articles/>

FOOD AND DRINK EUROPE (2016a). **Data & Trends EU Food and Drink Industry.** Disponível em: http://www.fooddrinkeurope.eu/uploads/publications_documents/Data_and_trends_Interactive_PDF_NEW.pdf

FOOD AND DRINK EUROPE (2016b). **A Competitive EU Food and Drink Industry for Growth and Jobs. Ambitions for 2025 Priorities and policy recommendations.** Setembro de 2016. Disponível em: http://www.fooddrinkeurope.eu/uploads/publications_documents/Competitive_food_industry_growth_jobs_report.pdf.

FOOD INDUSTRY EXECUTIVE. (2017). **Food Industry Using the Internet of Things to Make Processing Smarter.** Food Industry Executive, Trends. 31 Jan. 2017.

GALIZZI, G., & VENTURINI, L. (1996). **Product innovation in the food industry: Nature, characteristics and determinants.** In G. Galizzi & L. Venturini (Eds.), Economics of Innovation: The Case of Food Industry: Heidelberg: Physica-Verlag.

GALLIANO, D., & OROZCO, L. (2013). **New Technologies and Firm Organization: The Case of Electronic Traceability Systems in French Agribusiness.** *Industry and Innovation*, 20(1), 22-47.

GALLIANO, D., & ROUX, P. (2003). **Spatial externalities, organisation of the firm and ICT adoption: the specificities of the French agri-food firm.** *Int. J. of Biotechnology*, 5(3/4), 269-296.

GARCÍA MARTÍNEZ, M. (2013). **Open innovation in the food and beverage industry.** Oxford: Woodhead Publishing.

GARCÍA SÁNCHEZ, A., Molero, J., & Rama, R. (2016). **Local cooperation for innovation: food and beverage multinationals in a peripheral European country.** *International Journal of Multinational Corporation Strategy*, 1(2), 107-132.

GOEDHUYS, M., & VEUGELERS, R. (2012). **Innovation strategies, process and product innovations and growth: Firm-level evidence from Brazil.** *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(4), 516-529.

GOLAN, E., KRISOFF, B., KUCHLER, F., CALVIN, L., NELSON, K., & PRICE, G. (2004). **Traceability in the US food supply: economic theory and industry studies.** *Agricultural economic report*, 830(3), 1-48.

GOODMAN, D. (2003). **The quality 'turn' and alternative food practices: reflections and agenda.** *Journal of Rural Studies*, 19, 1-7.

GRACIA, A., & ALBISU, L. M. (2001). **Food consumption in the European Union: Main determinants and country differences.** *Agribusiness. An International Journal*, 4, 469-488.

GRANOVETTER, M. (1985). **Economic action and social structure. The problem of embeddedness.** *American Journal of Sociology*, 91(3), 481-510.

GUTMAN, G. E., & LAVARELLO, P. (2012). **Building capabilities to catch up with the biotechnological paradigm. Evidence from Argentina, Brazil and Chile agro-food systems.** *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, 9(4), 392-412.

HALL, B. H. (2005). **Innovation and diffusion.** In J. Fagerberg, D. C. Mowery & R. R. Nelson (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 459-484). New York: Oxford University Press.

HERN, A. (2016). **\$16 falafel patties anyone? Amazon moves into meal-kit market. The Guardian, 18 July 2016.** Disponível em: <https://www.theguardian.com/technology/2017/jul/18/amazon-meal-kit-market-filing-trademark-we-do-the-prep-you-be-the-chef-blue-apron-shares>

HOLL, A., & RAMA, R. (2012). **Technology sourcing: Are biotechnology firms different? An exploratory study of the Spanish case.** *Science and Public Policy*, 39(3), 304-317.

HOPKINS, M. M., MARTIN, P. A., NIGHTINGALE, P., KRAFT, A., & MAHDI, S. (2007). **The myth of the biotech revolution: An assessment of technological, clinical and organisational change.** *Research Policy*, 36, 566-589.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2016). **Pesquisa de Inovação, PINTEC. Ano 2014. Coordenação de Indústria.** Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

IEAG – Instituto de Estudos do Agronegócios; ABAG – Associação Brasileira do Agronegócios. (2015). **O futuro da soja nacional.** São Paulo: IEAG, ABAG.

IMEA - INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. **Relórios de mercado. Vários anos.** IMEA, [s/d]. Disponível em: <http://www.imea.com.br/imea-site/relatorios-mercado>

JUDICE, V. M. M., & BAÊTA, A. M. C. (2005). **Modelo empresarial, gestão de inovação e investimentos de venture capital em empresas de biotecnologia no Brasil.** *Revista de Administração Contemporânea*, 9, 171-191.

KANNEBLEY JR., S., PORTO, G. S., & PAZELLO, E. T. (2005). **Characteristics of Brazilian innovative firms: An empirical analysis based on PINTEC - industrial research on technological innovation.** *Research Policy*, 34(6), 872-893.

KARSHENAS, M., & STONEMAN, P. (1995). **Technological diffusion.** In P. Stoneman (Ed.), **Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change (pp. 265-297).** Oxford (UK) and Cambridge (USA): Blackwell.

KIM, D., & MARION, B. W. (1997). **Domestic market structure and performance in global markets: Theory and empirical evidence from US food manufacturing industries.** *Review of Industrial Organization*, 12(3), 335-354.

KOWITT, R. Special Report: **The war on big food.** *Forbes*, 21 May 2015. Disponível em: <http://fortune.com/2015/05/21/the-war-on-big-food/>

KUBOTA, L. C., OLIVEIRA, J. M. D., & MAYER, R. C. (2013). **O sistema setorial de inovação de TICs no Brasil e o surgimento de novas firmas, repositório IPEA.**

KUMARI, A., & KUMAR YADAV, S. (2014). **Nanotechnology in Agri-Food Sector.** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(8), 975-984.

LOPES, A. L. M., & JUDICE, V. M. M. (2011). **Technological Effort and Innovative Performance in Brazilian Bio Companies.** *Journal of Technology Management & Innovation*, 6(4), 15.

LÓPEZ, A. (2011). **The effect of microaggregation on regression results: an application to Spanish innovation data.** MPRA Munich paper no. 30403

LÓPEZ, N., MONTES, M., & VÁZQUEZ, C. (2008). **Innovation, ISO certification, and quality normalisation in the food industry.** In R. Rama (Ed.), Handbook of Innovation in the Food and Drink Industry (pp. 171-210). New York: The Haworth Press, Taylor & Francis Group.

MADRID-GUIJARRO, A., GARCÍA-PÉREZ-DE-LEMA, D., & VAN AUKEN, H. (2013). **An investigation of Spanish SME innovation during different economic conditions.** Journal of Small Business Management, 51(4), 578-601.

MALERBA, F. (2005). **Sectoral systems: how and why innovation differs across sectors.** In J. Fagerberg, D. C. Mowery & R. R. Nelson (Eds.), The Oxford Handbook of Innovation (pp. 380-406). Oxford: Oxford University Press.

MARGETIC, C. (2015). **La bio en France: des progrès mais peut mieux faire. Pour.** 227(3), 57.

MARGETIC, C. (2016). **Des industries agro-alimentaires « bénéficiaires » de la PAC.** Pour, 229(1), 238.

MARION, B. W. (1998). **Changing power relationships in the US food industry: Brokerage arrangements for private label products.** Agribusiness, 14(2), 85-93.

MARTÍNEZ, C., & RAMA, R. (2012). **Home or next door? Patenting by European food and beverage multinationals.** Technology Analysis and Strategic Management 24(7), 647-661.

MAS IVARS, M., & QUESADA IBÁÑEZ, J. (2006). **The role of ICT in the Spanish productivity slowdown.** Madrid: Fundación del BBVA.

MEDINA VIRUEL, J., MOZAS MORAL, A., BERNAL JURADO, E., MORAL PAJARES, E., & FERNÁNDEZ UCLÉS, D. F. (2016). **Importancia del capital humano y las TIC sobre la exportación: el caso del sector oleícola ecológico español (1).** Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 243, 95-114.

MÉNARD, C., & VALCESCHINI, E. (2005). **New institutions for governing the agri-food industry.** European Review of Agricultural Economics, 32(3), 421-440.

MENRAD, K. (2004). **Innovations in the food industry in Germany.** Research Policy, 33, 845-878.

MINARELLI, F., RAGGI, M., & VIAGGI, D. (2015). **Innovation in European food SMEs: determinants and links between types.** Bio-based and Applied Economics, 4(1), 33-53.

- MIOTTI, L., & SACHWALD, F. (2003). **Co-operative R&D: why and with whom?: An integrated framework of analysis**. *Research Policy*, 32(8), 1481-1499.
- MOLERO, J., & GARCIA, A. (2008). **The innovative activity of foreign subsidiaries in the Spanish Innovation System: An evaluation of their impact from a sectoral taxonomy approach**. *Technovation*, 28(11), 739-757.
- MONTEIRO, C. A., CANNON, G., MOUBARAC, J.-C., LEVY, R. B., LOUZADA, M. L. C., & JAIME, P. C. (2017). **The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing**. *Public Health Nutrition*, 1-13.
- MONTEIRO, C. A., LEVY, R. B., CLARO, R. M., DE CASTRO, I. R. R., & CANNON, G. (2010). **Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil**. *Public Health Nutrition*, 14(1), 5-13.
- MONTEIRO, C. A., MOUBARAC, J. C., CANNON, G., NG, S. W., & POPKIN, B. (2013). **Ultra processed products are becoming dominant in the global food system**. *Obesity Reviews*, 14(S2), 21-28.
- MUSCIO, A., & NARDONE, G. (2012). **The determinants of university-industry collaboration in food science in Italy**. *Food Policy*, 37(6), 710-718.
- NAZARETH SATYANAND, P. (2011). **India's Agriculture and Food Multinationals: A First Look**. *Transnational Corporations Review* 3(2), 31-49.
- NIOSI, J., & REID, S. E. (2007). **Biotechnology and nanotechnology: science-based enabling technologies as windows of opportunity for LDCs?** *World Development*, 35(3), 426-438.
- ODA, L. M., & SOARES, B. E. C. (2010). **Biotecnologia no Brasil. Aceitabilidade pública e desenvolvimento econômico**. *Parcerias Estratégicas*, 6(10), 162-173.
- OMTA, S. W. F., FORTUIN, F. T. M., & DIJMAN, N. C. (2014). **Open innovation in the food industry: An evidence-based guide**. Wageningen, The Netherlands: Food Valley NL.
- PALPACUER, F., & TOZANLI, S. (2008). **Changing governance patterns in European food chains: the rise of a new divide between global players and regional producers**. *Transnational Corporations*. 17(1), 69-100.
- PARDO, R., & CALVO, F. (2002). **Attitudes toward science among the European public: a methodological analysis**. *Public Understanding of Science*, 11, 155-195.
- PARDO, R., & CALVO, F. (2006). **Are Europeans really antagonistic to biotech?** *Nature biotechnology*, 24(4), 393-395.

PARDO, R., MIDDEN, C., & MILLER, J. D. (2002). **Attitudes toward biotechnology in the European Union.** *Journal of Biotechnology*, 98(1), 9-24.

PAUNOV, C. (2012). **The global crisis and firms' investments in innovation.** *Research Policy*, 41, 24-35.

PAVONE, V., GOVEN, J., & GUARINO, R. (2011). **From risk assessment to in-context trajectory evaluation - GMOs and their social implications.** *Environmental Sciences Europe*, 23(3), 1-3.

PELÁEZ, V., & SBICCA, A. (2003). **Genetically modified organisms: the side not revealed by science.** *Int. J. of Biotechnology*, 5(3/4), 354-370.

PICK, D., & WORTH, T. (2005). **Foreign direct investment in the U.S. food and kindred products.** In R. Rama (Ed.), *Multinational Agribusinesses* (pp. 149-164). N.Y.-London: Haworth Press Inc.

RAMA, R., & MARTÍNEZ, C. (2013). **The changing structure of the global agribusiness sector.** In Frank Giarratani, G. J. D. Hewings & P. McCann (Eds.), *Handbook of Economic Geography and Industry Studies* (pp. 305-340). Cheltenham (UK) and Northampton, MA (USA): Edward Elgar

RAMA, R., & VON TUNZELMANN, N. (2008). **Empirical studies of innovation in the food and beverage industry.** In R. Rama (Ed.), *Handbook of innovation in the food and drink industry* (pp. 13-49). New York and London: Taylor & Francis Group.

RASTOIN, J. L., GHERSI, G., PÉREZ, R., & TOZANLI, S. (1998). **Structures, performances et stratégies des groupes agro-alimentaires multinationaux.** Montpellier (France): AGRODATA.

RASTOIN, J.L. (2012). **L'industrie agroalimentaire au cœur du système alimentaire mondial.** In P. Jacquet, R. Pachauri & L. Tubiana (Eds.), *Regards sur la Terre. Développement, alimentation, environnement: Changer l'agriculture?* Paris: Armand Colin.

REHBINDER, E., ENGELHARD, M., HAGEN, K., JØRGENSEN, R., PARDO-AVELLANEDA, R., SCHNIEKE, A., *et al.* (2008). **Pharming: Promises and risks of biopharmaceuticals derived from genetically modified plants and animals** (Vol. 35): Springer Science & Business Media.

ROMERO, D. L. **Brasileiros estão entre os maiores consumidores de 'fast food' do mundo.** *El País*, São Paulo, 25 jan. 2016. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2016/01/21/economia/1453403379_213071.html

ROVIRA, S., & Stumpo, G. (2013). **Entre mitos y realidades.** TIC, políticas públicas y desarrollo productivo en América Latina. Santiago de Chile: CEPAL-Unión Europea.

SCHUMPETER, J. A. (1942). **Capitalismo, Socialismo y Democracia**. México, D. F.: F. C. E.

SENKER, J., & MANGEMATIN, V. (2008). **Biotech innovation in Europe's food and drink processing industry: promise, barriers and exploitation**. In R. Rama (Ed.), Handbook of innovation in the food and drink industry. New York, London and Oxford: Haworth Press Inc. Taylor & Francis Group.

SIMON, J. P. (2011). **The ICT Landscape in BRICS Countries: Brazil, India, China. European Commission Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies**. Brussels.

SUAREZ-VILLA, L. (2015). **Corporate Power, oligopolies, and the crisis of the State**. N.Y.: State University of New York.

SUAREZ-VILLA, L., & Walrod, W. (2003). **The collaborative economy of biotechnology: alliances, outsourcing and R&D**. Int. J. of Biotechnology, 5(3/4), 402-438.

THE COCA COLA COMPANY. (2016). **Our Billion-Dollar Brands. The Coca-Cola Company**. Feb 19, 2016. Disponível em: <http://www.coca-colacompany.com/brands/billion-dollar-brands>

TOSELLI, M. (2016). **Knowledge sources and integration ties toward innovation. A food sector perspective**. Eurasian Business Review, 1-23.

TRIGUERO, Á., CÓRCOLES, D., & CUERVA, M. C. (2013). **Differences in Innovation between Food and Manufacturing Firms: An Analysis of Persistence. Agribusiness. An International Journal**, 29(3), 273-292.

UNCTAD. (2009). World Investment Report 2009. **Transnational corporations, agricultural production and development**. Geneva: United Nations.

UNIDO - UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. Disponível em: <https://www.unido.org/>

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **New products. USDA, Economic Research Service**. 05 Apr. 2017. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/topics/food-markets-prices/processing-marketing/new-products/>

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Food Availability and Consumption. USDA, Economic Research Service**. 14 Sept. 2017. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/topics/food-markets-prices/processing-marketing/new-products/>

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. (2017c) **Food Availability and Consumption**. USDA, Economic Research Service. 5 de junho de 2017.

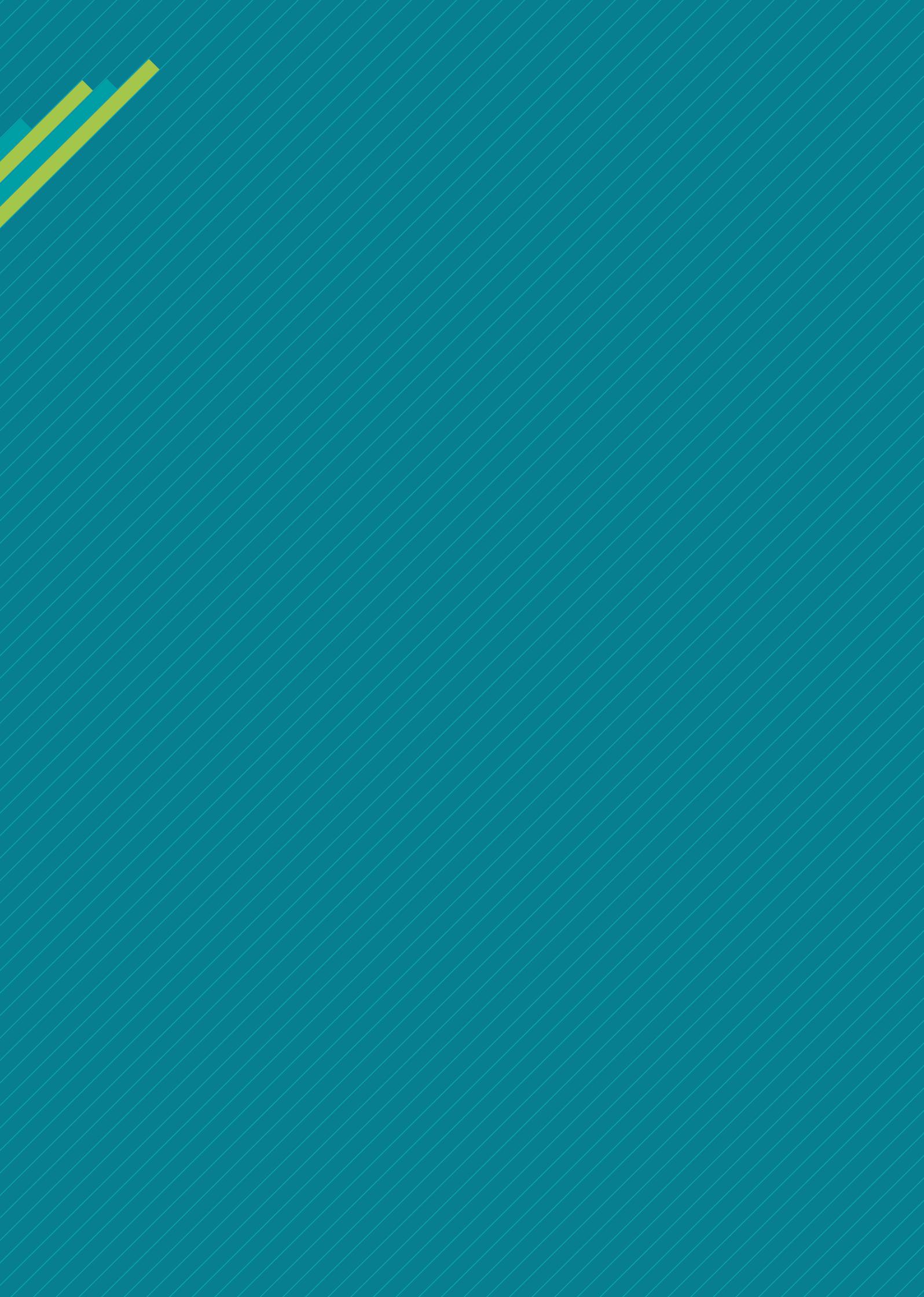
USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. (s/d). **Obesity. USDA, National Institute of Food and Agriculture. [s/d]**. Disponível em: <https://nifa.usda.gov/topic/obesity>.

VERDOUW, C. N., WOLFERT, J., BEULENS, A., & RIALLAND, A. (2016). **Virtualization of food supply chains with the Internet of things. Journal of Food Engineering.** 176, 128-136.

ZAFALON, M. (2017) **Celular é o preferido por produtor rural para acessar Internet. Folha de São Paulo, Coluna Vai e Vem das Commodities.** 22 fev. 2017. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/colunas/vaivem/2017/02/1860700-celular-e-o-preferido-por-produtor-rural-para-acessar-Internet-12288.shtml>

WILKINSON, J. (1998). **The R&D priorities of leading food firms and long-term innovation in the agrofood system. Int. J. of Technology Management.** 16, 711-720.

WILKINSON, J. (2006). **O sector de lácteos no Brasil no contexto de globalização - inputs para pesquisa.** (pp. 1-26), CPDA/UFRRJ.



ANEXO – DETALHAMENTO DOS RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO: SP AGROINDÚSTRIA

A1 Caracterização do painel de respondentes

A1.1 Concepção da pesquisa

A pesquisa de campo do Projeto Indústria 2027 foi construída para mapear o processo de difusão atual e esperado de inovações em Tecnologias de Informação e Comunicação na indústria. Para isso, considerou-se uma sequência de quatro gerações digitais: Produção Rígida; Produção Flexível; Produção Integrada; e Produção Conectada e Inteligente, essa última correspondente ao paradigma digital 4.0.

A empresa foi observada a partir de cinco funções: Relacionamento com fornecedores; Desenvolvimento de produto; Gestão do processo de produção; Relacionamento com clientes/ consumidores; e Gestão dos negócios. O Quadro A1 detalha a estrutura analítica que guiou a concepção do trabalho. As principais características da consulta realizada, incluindo a descrição do questionário utilizado, podem ser encontradas no Relatório Final da Pesquisa de Campo que integra a documentação do Projeto Indústria 2027.

Quadro A1 – Gerações digitais de acordo com as funções empresariais

	Relacionamento com fornecedores	Desenvolvimento de produto	Gestão da produção	Relacionamento com clientes/ consumidores	Gestão dos negócios
Geração 1	Transmissão de pedidos manualmente	Sistema de projeto auxiliado por computador	Automação simples (rígida) com máquinas não conectadas	Execução de contatos e registros manualmente	Sistemas de informação independentes específicos por departamento/ área, sem integração
Geração 2	Transmissão de pedidos por meio eletrônico	Sistema integrado de projeto, fabricação e cálculo de engenharia com auxílio de <i>software</i>	Processo parcial ou totalmente automatizado	Automação da força de vendas	Sistemas compostos por módulos e base de dados integrados

	Relacionamento com fornecedores	Desenvolvimento de produto	Gestão da produção	Relacionamento com clientes/ consumidores	Gestão dos negócios
Geração 3	Suporte informatizado dos processos de compras, estoques e pagamentos	Sistemas integrados de gestão de dados de produto	Sistemas integrados de execução de processo	Sistema de integração e suporte baseado em Internet	Plataforma <i>web</i> com bases de dados para apoiar análises de negócio
Geração 4	Relacionamento com fornecedores por meio de acompanhamento em tempo real de pedidos e de logística com uso de <i>Web services</i>	Sistemas virtuais de desenvolvimento Desenvolvimento de produtos por meio de sistemas de modelagem virtual do produto e do processo	Gestão da produção automatizada por meio de soluções de Comunicação M2M (Máquina-máquina)	Relacionamento com clientes por meio de tecnologias de monitoramento dos produtos em uso Monitoramento e gestão do ciclo de vida de clientes	Gestão do negócio por meio de processos automatizados com apoio de Inteligência Artificial e utilização de <i>Big Data Analytics</i>

Fonte: Elaboração própria.

A1.2 Alvo amostral e período de coleta

A pesquisa foi aplicada via Internet tendo como alvo amostral estabelecimentos industriais com 100 ou mais empregados, possíveis de serem estratificados segundo diferentes recortes, com destaque para os “sistemas produtivos” de atuação das empresas, o tamanho das empresas (em termos do número de empregados), região e origem do capital.

O período de coleta transcorreu entre 1º/06/2017 a 1º/11/2017, tendo sido obtidas 813 respostas. Após crítica para eliminar situações de incongruência das informações, obteve-se uma base de dados composta por 759 estabelecimentos.

A1.3 Caracterização dos respondentes

Na base de dados, o Sistema Produtivo de Agroindústria (SP Agroindústria) perfaz um total de 117 empresas, correspondentes a 15,4% do total da amostra.

A Tabela A1 apresenta as características da subamostra do SP Agroindústria. Das 74 empresas que informaram o número de empregados (63,2% do total de empresas), 48,6% se classificavam como empresas de grande porte (mais de 500 empregados); 27,2%, como empresas de médio-grande porte (entre 250-500 empregados); e 9,1%, como empresas de médio porte (entre 100-250 empregados).

Em termos da origem do capital, verifica-se que 95,7% das empresas do painel eram de propriedade de capital nacional. Em termos do subsetor de atuação no SP Agroindústria, verifica-se que aqueles com maior número de empresa no

painel eram, respectivamente, os de Alimentos processados (34,2% da amostra) e Carnes (30,8%); Demais Agroindústrias (17,9%) e Bebidas (17,1%). Por fim, em termos de localização, a maior parte dos respondentes está nas Regiões Sudeste (40,2%) e Sul (32,5%).

Tabela A1 – Caracterização do painel por porte, setor de atuação e localização – SP Agroindústria

	Tamanho	Tamanho % (total e com resposta)	
Grande (mais de 500 empregados)	36	30,8%	48,6%
Médias (100-250 empregados)	22	18,8%	27,2%
Médias – grandes (250-500 empregados)	16	13,7%	9,1%
Sem resposta	43	36,8%	
Total geral	117	100,0%	

	Origem do capital	Origem do capital %	
Demais nacionalidades	5	4,3%	
Nacional	112	95,7%	
Total geral	117	100,0%	

	Principal setor	Principal setor %	
Alimentos processados	40	34,2%	
Carnes	36	30,8%	
Demais agroindústrias	21	17,9%	
Bebidas	20	17,1%	
Total geral	117	100,0%	

	Localização	Localização %	
Sudeste	47	40,2%	
Sul	38	32,5%	
Centro-Oeste	17	14,5%	
Nordeste	10	8,5%	
Norte	5	4,3%	
Total geral	117	100,0%	

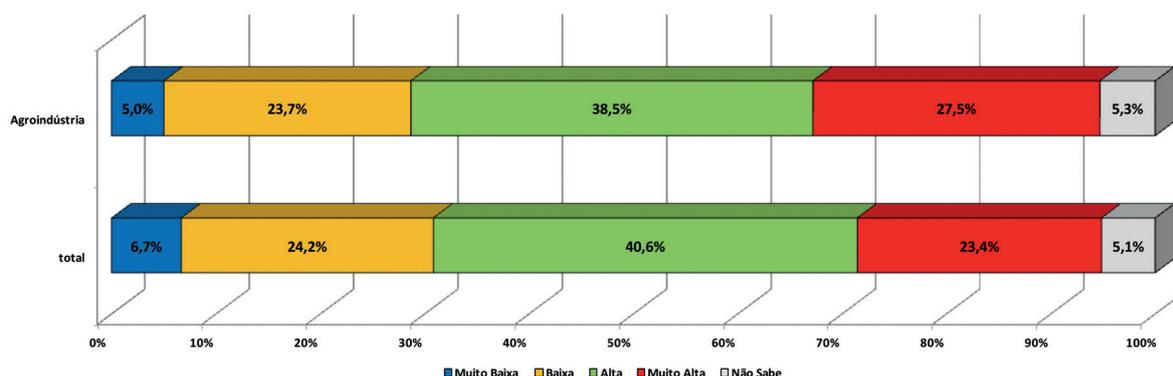
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

A2 Resultados

A2.1 Probabilidade de adoção das tecnologias

De acordo com as empresas do SP Agroindústria, a probabilidade de as tecnologias da geração digital 4.0 se tornarem dominantes no setor de atuação do respondente no futuro (entre cinco a dez anos) é “alta” ou “muito alta” para 66,04% dos respondentes, patamar superior ao observado para o conjunto da indústria (64,0%), conforme mostra o Gráfico A1.

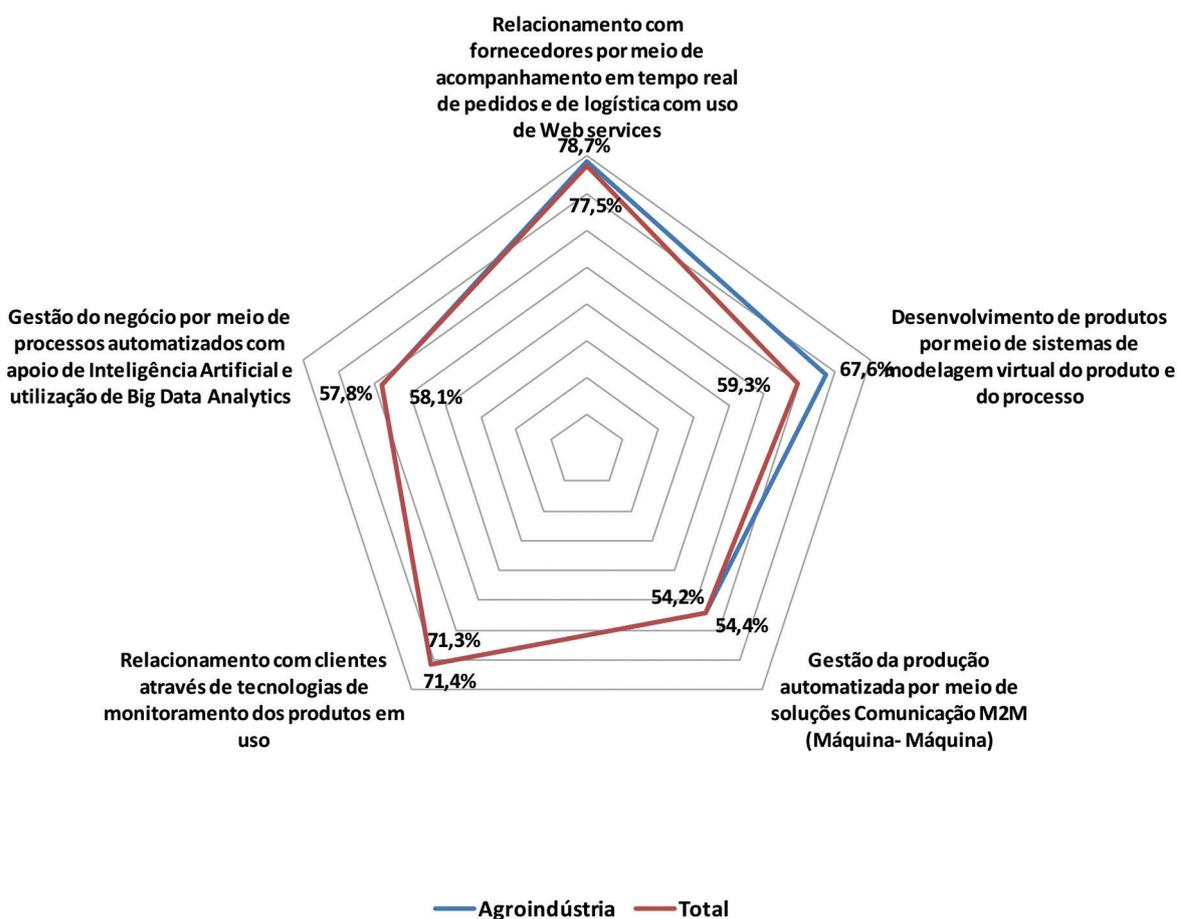
Gráfico A1 – Probabilidade de as tecnologias da geração digital 4.0 se tornarem dominantes no setor de atuação do respondente no futuro (entre cinco e dez anos), em % do número de respondentes – SP Agroindústria e total da indústria



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

O Gráfico A2 detalha as expectativas do painel em termos da adoção das tecnologias 4.0 nas diferentes funções organizacionais enfocadas na pesquisa de campo. No SP Agroindústria, é mais elevado o percentual de respondentes que atribuem probabilidade “alta” ou “muito alta” de utilizar tecnologias de acompanhamento em tempo real de pedidos e de logística com uso de *web services* (78,7%) na função de relacionamento com fornecedores, assim como de uso de tecnologias de monitoramento dos produtos em uso (71,3%) no relacionamento com clientes – resultado que se alinha com as expectativas assinaladas pelo conjunto da indústria. No geral, as expectativas de difusão de tecnologias da geração digital 4.0 no SP Agroindústrias são similares à média geral, com exceção do uso sistemas de modelagem virtual do produto aplicados na função de desenvolvimento de produtos, onde essa probabilidade é menor no setor do que no total da indústria.

Gráfico A2 – Probabilidade “alta” ou “muito alta” de as tecnologias da geração digital 4.0 se tornarem dominantes no setor de atuação (entre cinco e dez) anos para as funções organizacionais, em % do número de respondentes – SP Agroindústria e total da indústria

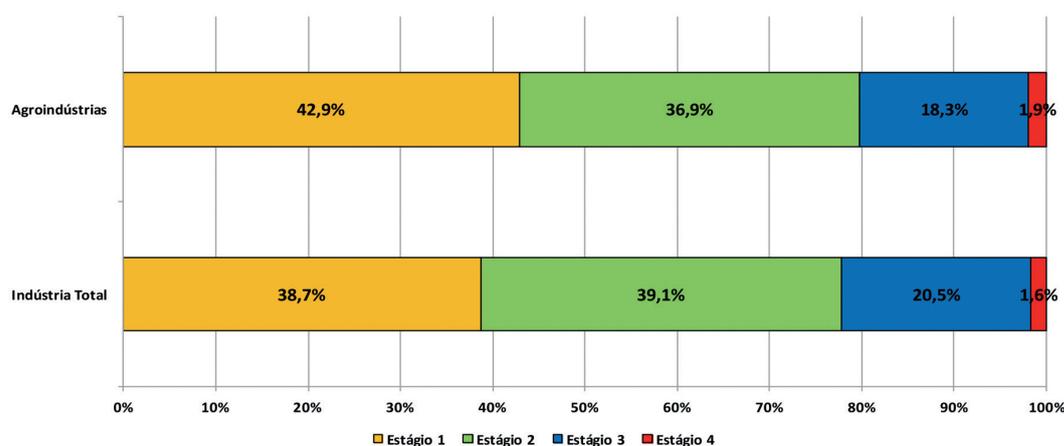


Fonte: Pesquisa de campo do projeto I2027.

A2.2 Gerações digitais dos respondentes hoje

Dada a alta probabilidade de difusão das tecnologias mais avançadas esperada pelas empresas, a análise da geração tecnológica em que as empresas se posicionam hoje ganha particular interesse. No caso do SP Agroindústria, 1,9% indicaram encontrar-se na geração digital 4, valor acima do 1,6% registrado para o conjunto da indústria (Gráfico A3). Quando se considera o percentual conjunto das empresas nas gerações 3 e 4, esse percentual atinja 20,2% no SP Agroindústria, valor abaixo da média geral (22,2%).

Gráfico A3 – Distribuição dos respondentes segundo as gerações tecnológicas digitais, hoje, em % do número de empresas – SP Agroindústria e total da indústria



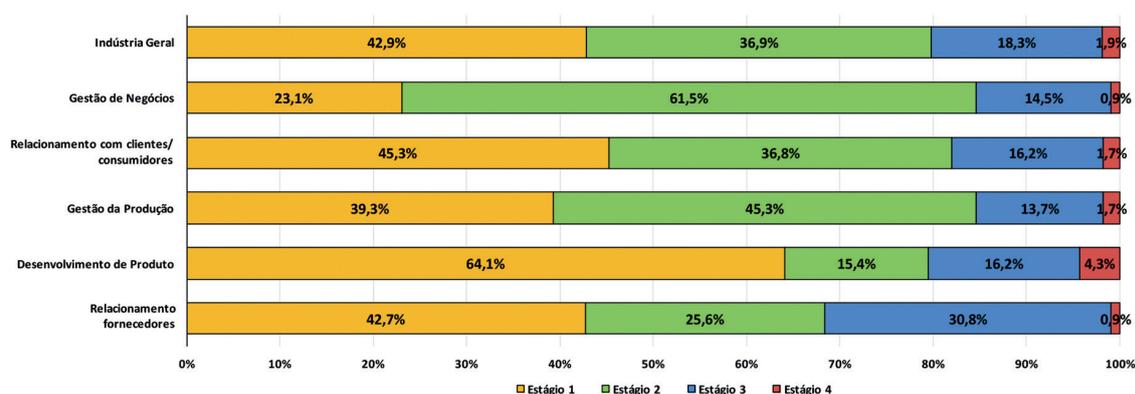
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

A2.3 Gerações tecnológicas de acordo com função empresarial

Com relação às funções empresariais, é bastante perceptível que as tecnologias digitais mais avançadas são empregadas na função de relacionamento com fornecedores, adotadas por 5,6% das empresas (Gráfico A4). Observa-se também que 31,7% das empresas adotam hoje tecnologias relacionadas às gerações 3 e 4 na função de relacionamento com fornecedores, percentual expressivamente superior ao indicado para as demais funções.

Por outro lado, 15,4% dos respondentes mencionaram adotar tecnologias das gerações 3 e 4 nas funções de gestão da produção e gestão de negócios. Especialmente no caso das tecnologias de geração 4, os resultados mais baixos são observados na função de gestão de negócios, com 0,9% das empresas adotando hoje tecnologias relacionadas à geração 4.

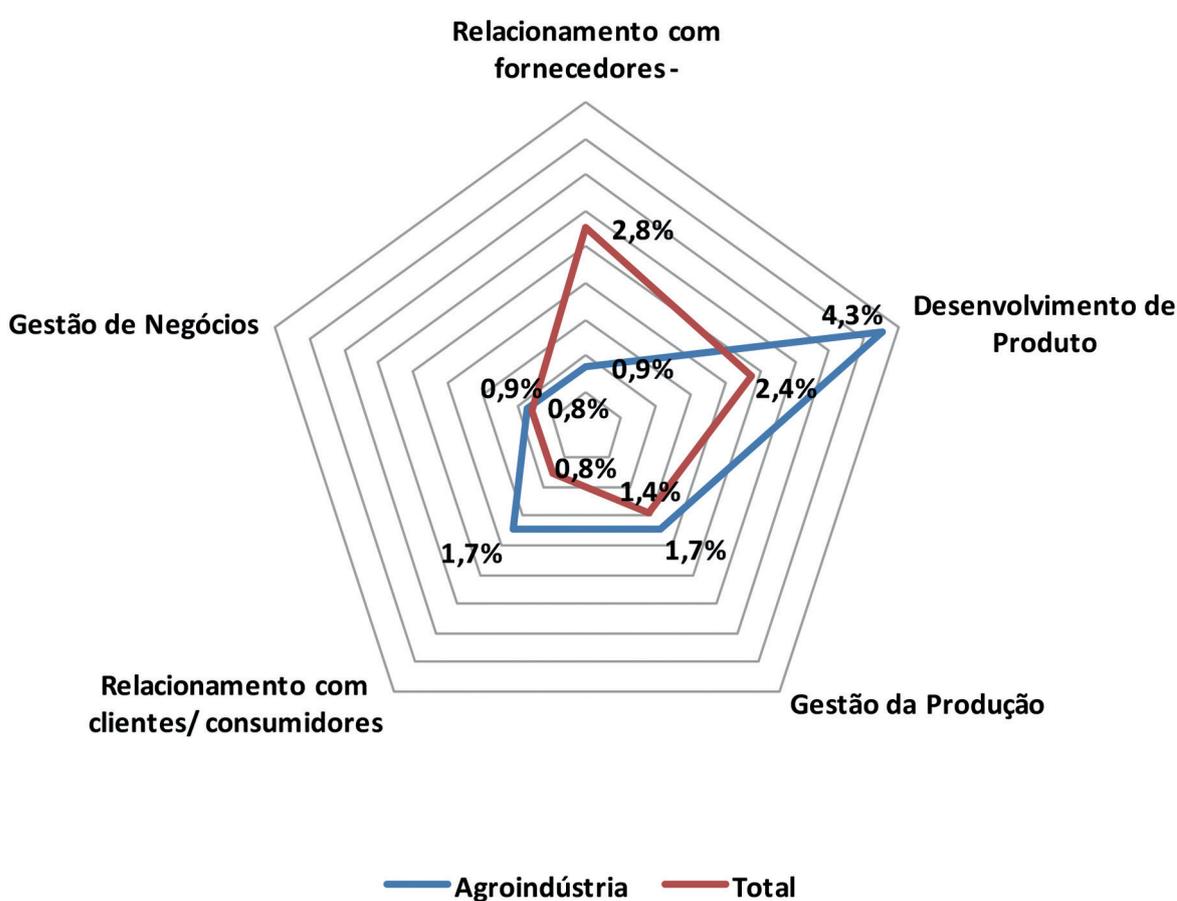
Gráfico A4 – Distribuição dos respondentes segundo gerações digitais, hoje, funções, em % dos respondentes – SP Agroindústria



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

Essa análise pode ser mais bem qualificada por meio da comparação do SP Agroindústria com o total da indústria (Gráfico A5). No SP Agroindústria, os destaques positivos são as taxas de adoção relativas às funções de desenvolvimento de produto (4,3% contra 2,4% para média geral) e relacionamento com clientes (1,7% contra 0,8%). Já o destaque negativo é na função de relacionamento com fornecedores, na qual o percentual no setor (0,9%) é expressivamente inferior à média geral (2,8%).

Gráfico A5 – Percentual de respondentes atualmente na geração tecnológica digital 4.0, por funções organizacionais, em % do número de respondentes – SP Agroindústria e total da indústria



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

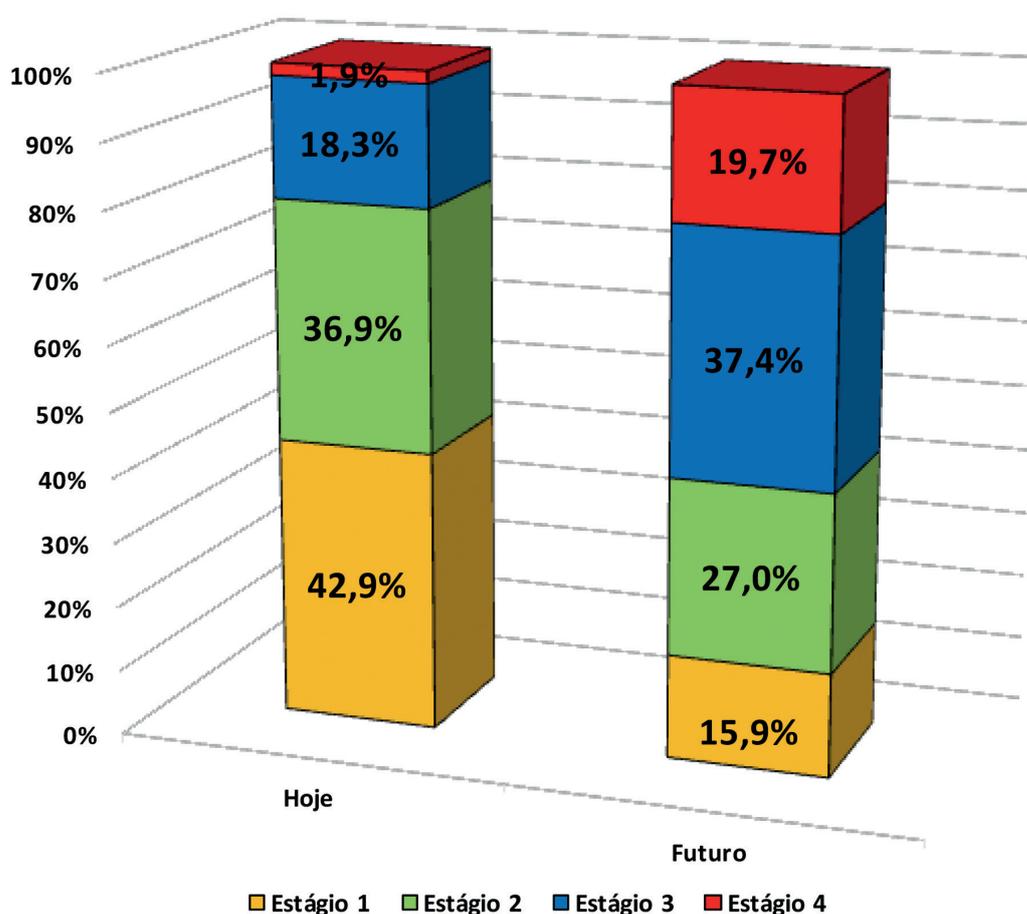
A2.4 Expectativas de adoção para 2027

Uma vez constatada a baixa difusão atual, cabe avaliar qual a expectativa das empresas acerca da difusão futura das tecnologias 4.0. Nesse sentido, o Gráfico A6 apresenta essas informações para um horizonte futuro de dez anos, que utiliza como referência o ano de 2027. Observa-se um crescimento significativo da intensidade da difusão das

tecnologias da geração 4, com uma expectativa de que a mesma evolua de 1,9% para 19,7% das empresas do painel entre 2017 e 2027.

Além disso, o percentual de empresas localizadas na geração 3 também tende a se elevar, de 18,3% em 2017 para 37,4% em 2027. Como consequência o percentual entre as gerações 3 e 4 evoluiria de 20,2% em 2017 para 57,1% em 2027, correspondendo a um crescimento de 183% naquela participação.

Gráfico A6 – Distribuição dos respondentes segundo as gerações tecnológicas digitais, hoje e futuro, em % do número de respondentes – SP Agroindústria

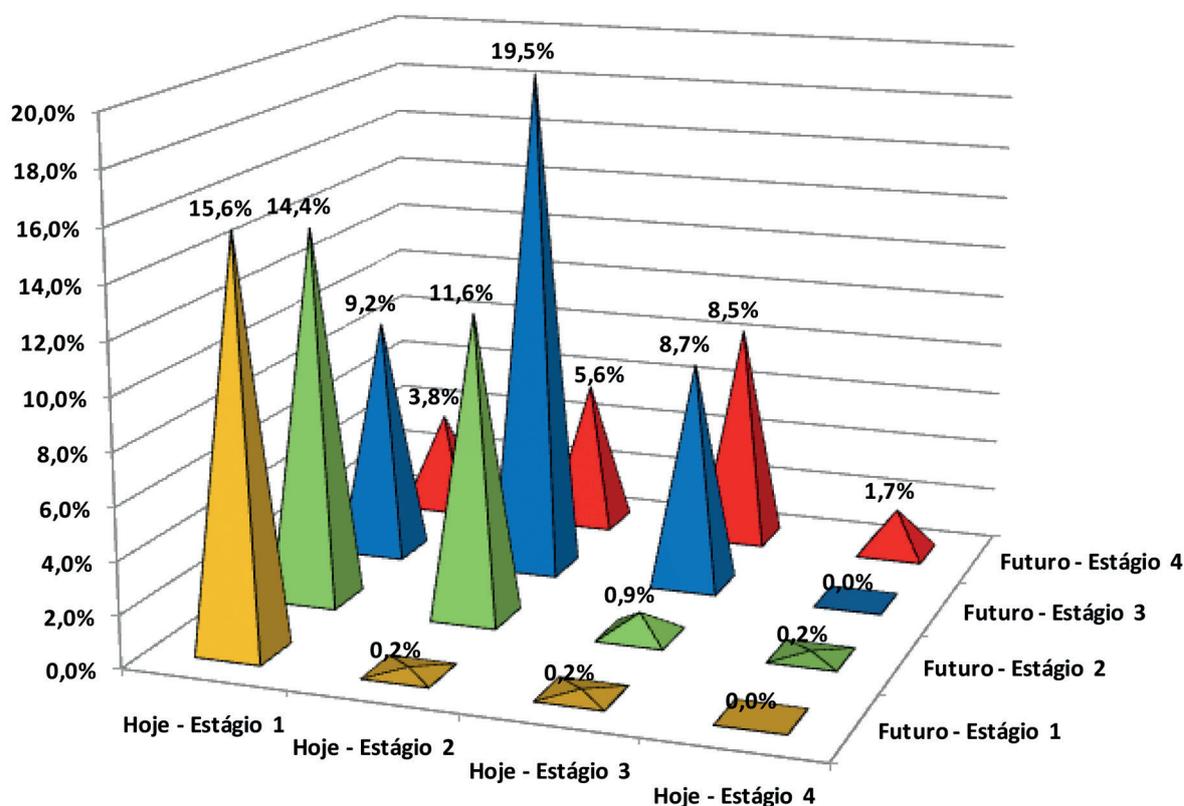


Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

Alternativamente, pode-se analisar a evolução do SP Insumos Básicos ao longo do período considerado por meio da “migração” das empresas entre as diferentes gerações tecnológicas, conforme ilustrado pelo Gráfico A7. No caso de 42,9% do total de empresas localizadas na geração 1 em 2017, a perspectiva seria de que 15,6% permanecessem naquele estágio em 2027, que 14,4% avançassem para a geração 2, que 9,2% avançassem para a geração 3 e que 3,8% avançassem para a geração 4 (o que, neste último caso, parece um pouco improvável).

No caso de 36,9% do total de empresas localizadas na geração 2 em 2017, a perspectiva seria de que 11,6% permanecessem naquele estágio em 2027, que 19,5% avançassem para a geração 3 e que 5,6% avançassem para a geração 4. Por fim, no caso de 18,3% do total de empresas localizadas na geração 3 em 2017, a perspectiva seria de que 8,7% permanecessem naquele estágio em 2027 e que 8,5% avançassem para a geração 4.

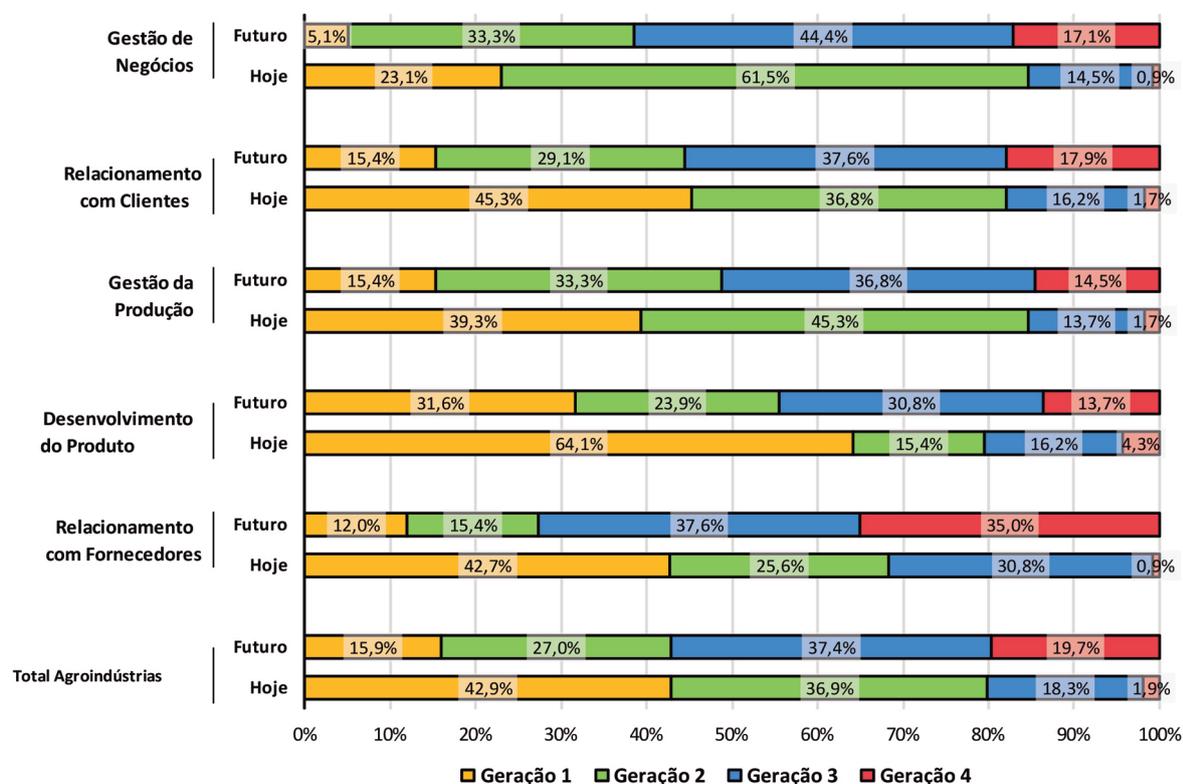
Gráfico A7 – Distribuição dos respondentes segundo as gerações tecnológicas digitais, hoje e futuro, em % do número de respondentes – SP Agroindústria



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

A análise geral da difusão atual e futura de tecnologias disruptivas pode ser mais bem qualificada considerando especificidades das diversas funções organizacionais, conforme ilustrado pelo Gráfico A8. As particularidades encontradas para o SP Agroindústria são destacadas a seguir:

Gráfico A8 – Distribuição dos respondentes segundo as gerações tecnológicas digitais de acordo com as funções organizacionais, hoje e futuro, em % do número de respondentes – SP Agroindústria



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

Relacionamento com fornecedores

Espera-se crescimento da intensidade da difusão associada à geração 4 com expectativa de que a mesma evolua de 0,9% para 35,0% das empresas do painel entre 2017 e 2027. O percentual localizado na geração 3 também tende a se elevar, evoluindo de 30,8% em 2017 para 37,6% em 2027. Como consequência o percentual entre as gerações 3 e 4 evoluiria de 31,6% em 2017 para 72,5% em 2027, correspondendo a um crescimento de 162% naquela participação.

Desenvolvimento de produtos

A expectativa é de crescimento da taxa de difusão das tecnologias da geração 4 de 4,3% para 13,7% das empresas do painel entre 2017 e 2027. O percentual de empresas localizadas na geração 3 também tende a se elevar, evoluindo de 16,2% em 2017 para 30,8% em 2027. Como consequência o percentual entre as gerações 3 e 4 evoluiria de 20,5% em 2017 para 44,4% em 2027, correspondendo a um crescimento de 117% naquela participação.

Gestão da produção

A intensidade da difusão associada à geração 4 deverá expandir-se de 1,7% para 14,5% das empresas do painel entre 2017 e 2027. O percentual localizado na geração 3 também tende a se elevar, evoluindo de 13,7% em 2017 para 36,8% em 2027. Como consequência o percentual de empresas entre as gerações 3 e 4 evoluiria de 15,4% em 2017 para 51,3% em 2027, correspondendo a um crescimento de 233% naquela participação.

Relacionamento com clientes e consumidores

Espera-se que a intensidade da difusão associada à geração 4 evolua de 1,7% para 17,9% das empresas do painel entre 2017 e 2027. O percentual de empresas localizadas na geração 3 também tende a se elevar, evoluindo de 16,2% em 2017 para 37,6% em 2027. Como consequência, o percentual entre as gerações 3 e 4 evoluiria de 17,9% em 2017 para 55,6% em 2027, correspondendo a um crescimento de 210% naquela participação.

Gestão de negócios

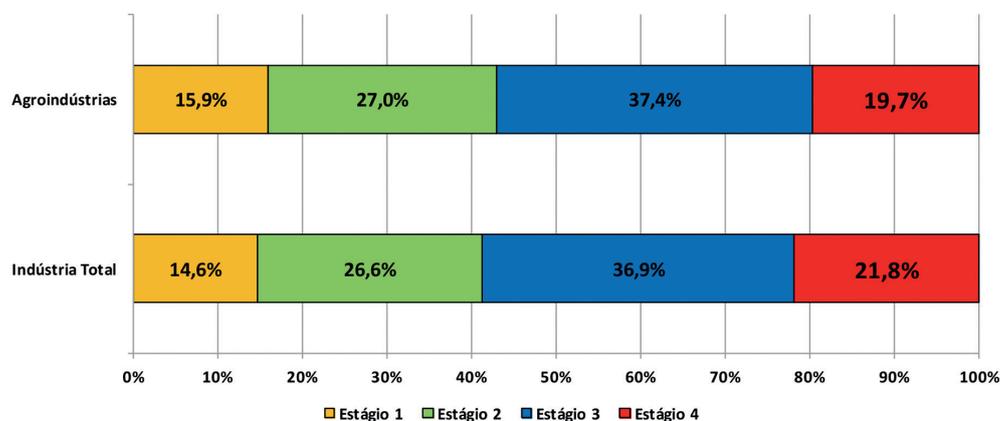
A intensidade da difusão associada à geração 4 deve crescer de 0,9% para 17,1% das empresas do painel entre 2017 e 2027. O percentual de empresas localizadas na geração 3 também tende a se elevar, evoluindo de 14,5% em 2017 para 44,4% em 2027. Como consequência o percentual entre as gerações 3 e 4 evoluiria de 15,4% em 2017 para 61,5% em 2027, correspondendo a um crescimento de 300% naquela participação.

A2.5 Difusão futura – comparação entre funções

É possível também comparar a expectativa de difusão futura de tecnologias digitais observada no caso do SP Agroindústria com as evidências para o conjunto da indústria. Nesse sentido consideram-se dois aspectos: a expectativa de posicionamento futuro das empresas nas diversas gerações tecnológicas (Gráfico A9) e expectativa de adoção futura nas diferentes funções empresariais analisadas (Gráfico A10).

Com relação ao primeiro aspecto, no caso do SP de Agroindústria, 19,7% das empresas com tinham expectativa de atingir a geração 4, percentual abaixo do total geral do painel (21,8%). Quando se consideram os que esperam atingir as gerações 3 e 4 conjuntamente, esse percentual atingia 57,1% no SP de Agroindústria, valor inferior à média geral (58,7%).

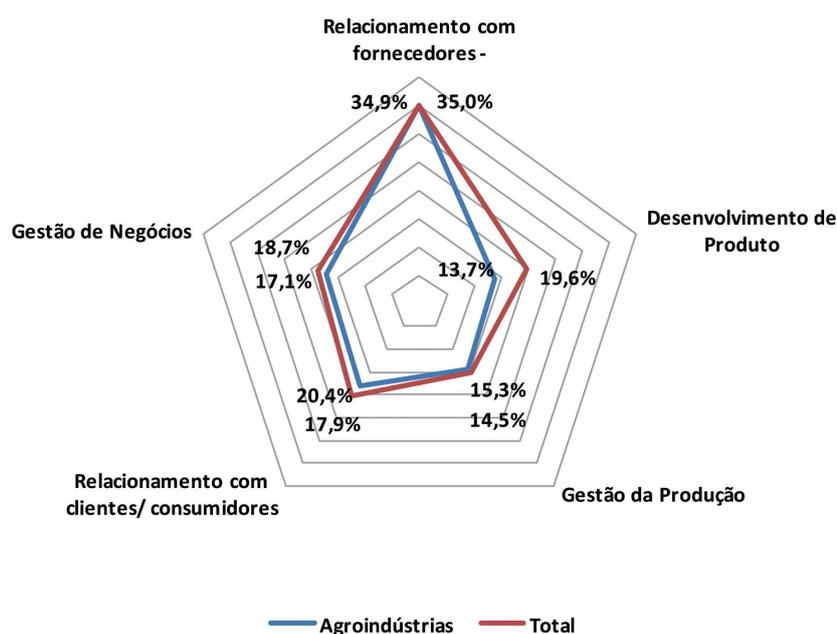
Gráfico A9 – Distribuição dos respondentes segundo as gerações tecnológicas digitais – futuro, em % do número de empresas – SP Agroindústria e total da indústria



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

No caso da expectativa de adoção futura das tecnologias digitais da geração 4 nas funções empresariais (Gráfico A10), eram maiores as expectativas de adoção nas funções de relacionamento com fornecedores (35,0%) e relacionamento com clientes (17,9%). Já em termos do crescimento, as taxas de adoção que mais se expandem são observadas nas funções de Relacionamento com fornecedores (de 0,9% para 35,0%) e Gestão de negócios (de 0,9% para 17,1%). Em termos comparativos, alguma defasagem é observada no caso da função de desenvolvimento do produto.

Gráfico A10 – Percentual de respondentes com expectativa de posicionamento na geração tecnológica digital 4.0 por funções organizacionais, em % do número de respondentes – SP Agroindústria e total da indústria



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

A2.6 Impactos esperados da adoção das tecnologias da geração digital 4.0

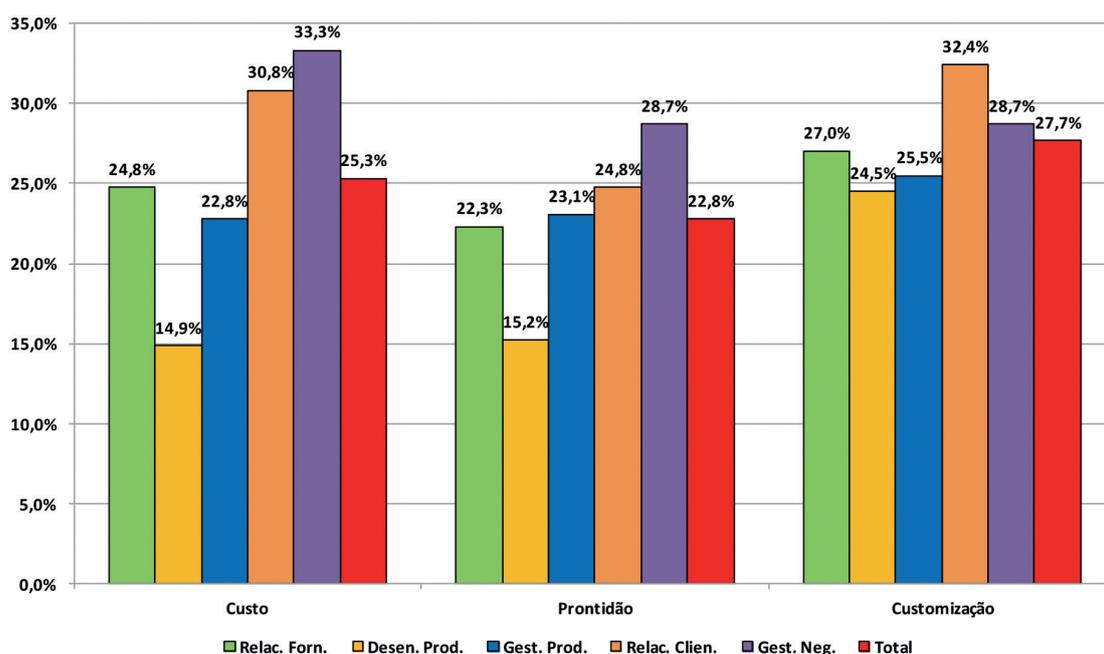
Um dos aspectos contemplados na pesquisa de campo que influencia diretamente a adoção de inovações disruptivas pela indústria brasileira refere-se aos impactos atuais e esperados da adoção dessas tecnologias sobre a competitividade, a partir da consideração de determinados atributos competitivos.

Em particular, três atributos foram considerados: custo; prontidão e customização. O Gráfico A11 apresenta o percentual de empresas que indicaram um alto impacto da adoção de tecnologias 4.0 sobre a competitividade, por atributo competitivo (custo, prontidão, customização).

No agregado das funções organizacionais, há pouca variação entre os percentuais de empresas que apontaram um alto impacto para os três atributos considerados, apesar de o impacto associado ao atributo “customização” ser ligeiramente superior.

Já no desagregado, destaca-se o alto impacto associado ao atributo “customização” na função de desenvolvimento de produtos e, embora com menor contraste, no caso do Relacionamento com fornecedores, Gestão da produção e do Relacionamento com clientes. Finalmente, no caso da Gestão de negócios, é perceptível o alto impacto associado ao atributo “custo”.

Gráfico A11– Percentual de respondentes que indicaram alto impacto das tecnologias da geração digital 4.0 sobre a competitividade, por atributo competitivo (custo, prontidão, customização), hoje, em % do número de empresas – SP Agroindústria



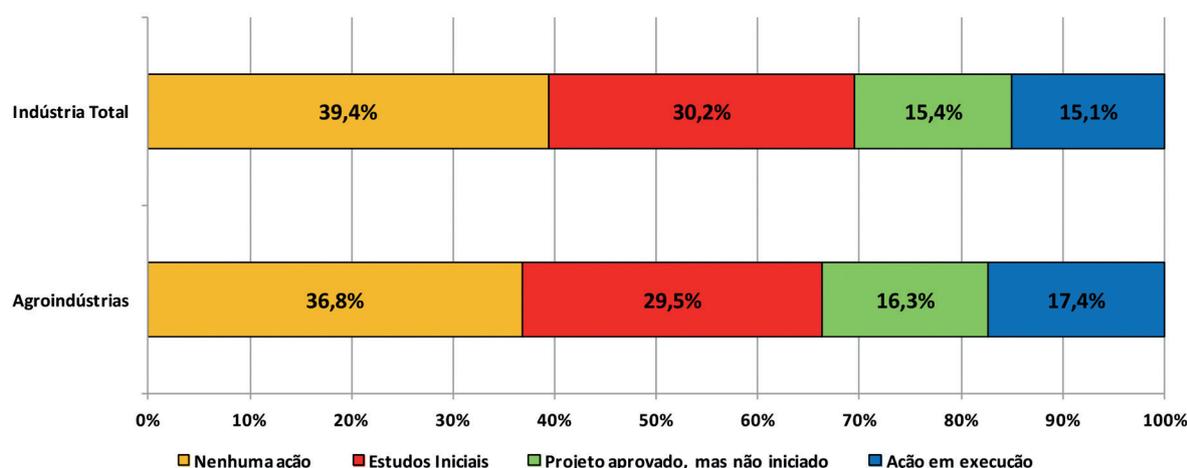
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

A2.7 Ações para incorporação das tecnologias da geração digital 4.0

Na perspectiva de avaliar a resposta estratégica das empresas face aos impactos potenciais das tecnologias 4.0, perguntou-se às empresas se há ações em curso visando à incorporação dessas inovações (Gráfico A12). As evidências mostram que a intensidade dos esforços para incorporação das tecnologias da geração 4.0 nas atividades das empresas é ainda bastante limitada.

No SP Agroindústria, 17,4% das empresas relataram esforços que contemplam efetivamente ações em execução – percentual superior ao observado para o conjunto do painel (15,1%); se forem consideradas também as empresas que relataram projeto aprovado, mas não iniciado, esse percentual se eleva para 33,7%, que também é superior ao observado para o conjunto do painel (30,5%).

Gráfico A12– Ações indicadas pelos respondentes para incorporação das tecnologias da geração digital 4.0, hoje, em % do número de respondentes – SP Agroindústria e total da indústria

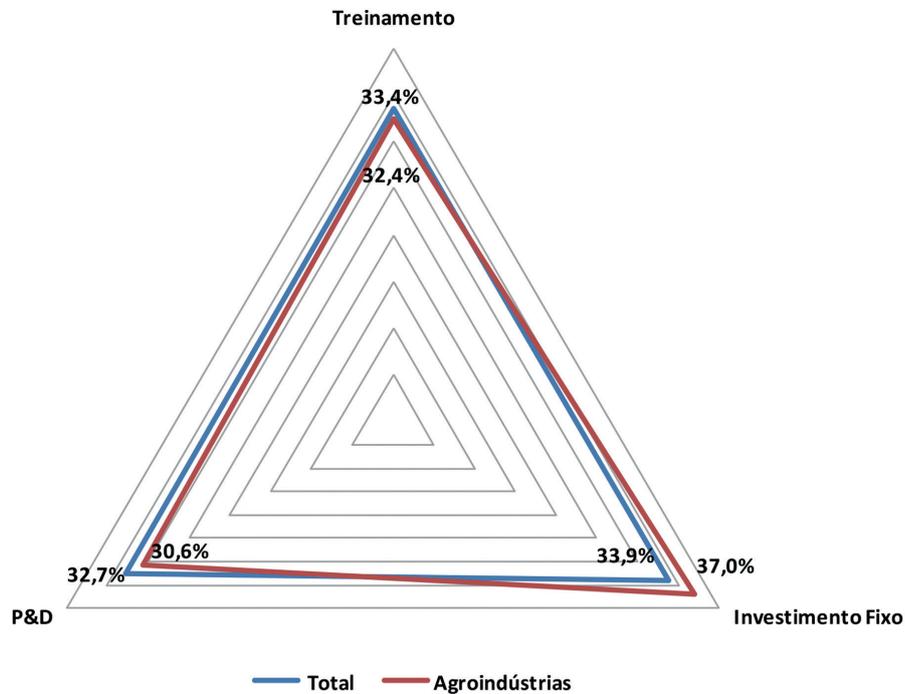


Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

O Gráfico A13 compara o percentual de empresas que apontavam ações em execução no SP Agroindústria para as três dimensões investigadas: investimento, P&D e treinamento. Observa-se uma maior intensidade de esforços em “investimento” (com 37% das empresas relatando esforços que contemplam efetivamente ações em execução), comparativamente à P&D e treinamento.

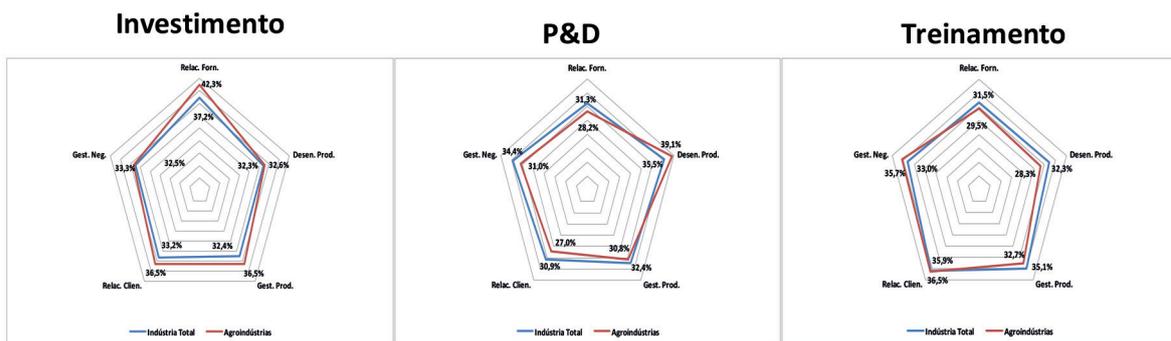
O percentual de empresas com ações em execução atingia um maior percentual no caso das funções Relacionamento com fornecedores, Gestão da produção e Relacionamento com clientes para a área de investimento, destacando-se também essas ações em relacionamento com clientes na área de treinamento e desenvolvimento de produto na área de P&D (Gráfico A14).

Gráfico A13 – Percentual de respondentes com ações em execução para incorporação das tecnologias da geração digital 4.0, hoje, esforços em investimento, P&D e treinamento – SP Agroindústria e total da indústria



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

Gráfico A14 – Percentual de respondentes com ações em execução para incorporação das tecnologias da geração digital 4.0 – SP Agroindústria e total da indústria



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa de campo.

Em linhas gerais essas informações corroboram a constatação de que, não obstante a expectativa de aceleração da difusão de tecnologias 4.0, da elevada probabilidade das mesmas se tornarem dominantes nos setores de atuação das empresas e do seu impacto potencial sobre os diferentes atributos da competitividade, o esforço efetivamente realizado pelas empresas visando à incorporação dessas tecnologias é ainda bastante limitado.

A3 Considerações finais

Como tendência geral, observa-se hoje uma taxa de adoção das tecnologias 4.0 extremamente reduzida. Para o horizonte de 2027, entretanto, espera-se uma importante elevação da taxa de adoção dessas tecnologias, que pode estar fundamentada em estímulos da dinâmica competitiva setorial e na possibilidade de geração de impactos efetivos sobre diferentes atributos determinantes da competitividade. As evidências indicam que essas inovações podem ser implementadas em áreas distintas da empresa, num ritmo diferenciado, e que, eventualmente, podem surgir mecanismos de retroalimentação entre diversas funções organizacionais, capazes de gerar uma aceleração geral do ritmo de difusão.

IEL/NC

Paulo Afonso Ferreira
Diretor-Geral

Gianna Cardoso Sagazio
Superintendente

Suely Lima Pereira
Gerente de Inovação

Afonso de Carvalho Costa Lopes

Cândida Beatriz de Paula Oliveira

Cynthia Pinheiro Cumarú Leodido

Débora Mendes Carvalho

Julieta Costa Cunha

Mirelle dos Santos Fachin

Rafael Monaco Floriano

Renaide Cardoso Pimenta

Zil Miranda

Equipe Técnica

DIRETORIA DE SERVIÇOS CORPORATIVOS – DSC

Fernando Augusto Trivellato

Diretor de Serviços Corporativos

Área de Administração, Documentação e Informação – ADINF

Maurício Vasconcelos de Carvalho

Gerente-Executivo de Administração, Documentação e Informação

Alberto Nemoto Yamaguti

Normalização Pré e Pós-Textual

Execução Técnica

Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp

John Wilkinson

Ruth Rama

Autores

Luciano Coutinho

João Carlos Ferraz

David Kupfer

Mariano Laplane

Luiz Antonio Elias

Caetano Penna

Fernanda Ultremare

Giovanna Gielfi

Mateus Labrunie

Henrique Schmidt Reis

Carolina Dias

Thelma Teixeira

Execução Técnica

Editorar Multimídia

Revisão Gramatical, Projeto Gráfico e Diagramação



MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL
PELA INOVAÇÃO

Execução Técnica:



Iniciativa:



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA

Realização:



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria