



SÉRIE DIÁLOGOS ESTRATÉGICOS (NT34)

SEGURANÇA ALIMENTAR PÓS-COVID-19

MEGATENDÊNCIAS DOS SISTEMAS ALIMENTARES GLOBAIS

Autor: Mario Alves Seixas¹

1. RESUMO EXECUTIVO

A Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas (Sire), da Embrapa, disponibiliza o **34ª** Nota Técnica da Série Diálogos Estratégicos-Mercados Internacionais, abordando as principais megatendências dos sistemas alimentares globais, pós-pandemia da Covid-19.

Nesta Nota, analisam-se as principais megatendências dos sistemas alimentares, após a eclosão da pandemia da Covid-19 e seus reflexos no aumento do desequilíbrio da segurança alimentar. A narrativa se fundamenta, primordialmente, em artigos científicos de pesquisadores e cientistas internacionais participantes de organizações como o *Independent Science and Partnership Council (ISPC)*, do *Consultative Group of International Agricultural Research (CGIAR)*, *Global Panel on Agriculture and Food Systems (Global Panel)*, *Fitch Solutions Country Risk & Industry Research*, pertencente à agência de risco *Fitch Rating Inc.*, assim como relatórios publicados pela *RaboResearch*, *Food & Agribusiness*, um departamento do *Rabobank*.

Uma série de eventos econômicos e sociais, ocorridos em 2020, como resultado da explosão global da pandemia da Covid-19, envolvendo muitas das maiores economias do planeta, alteraram, progressivamente, as retóricas internas e externas de muitos desses países em uma direção mais protecionista e nacionalista. Esses movimentos intra-nações, com fortes conotações políticas e implicações econômico e sociais, passaram a exigir das agências e instituições nacionais e internacionais, privadas e governamentais, uma contínua revisão e atualização das previsões de megatendências macroeconômicas, em um horizonte de 20-30 anos.

Destaques:

- A crise econômica que os países enfrentam, devido a explosão da Covid-19, ameaça as finanças públicas e a capacidade de mitigar os impactos nos sistemas alimentares. Pressões econômicas, prioridades de ações concorrentes e recursos humanos sobrecarregados podem durar um tempo considerável, além da pandemia imediata. Ao se agregar esses impactos, observa-se que os reflexos da Covid-19 nos sistemas alimentares vão muito além do contágio, pois ocasionou a fragmentação desses sistemas. Os efeitos indiretos sobre dietas, nutrição e saúde são fontes de grande preocupação, principalmente para as populações mais idosas, consumidores de baixa renda e nutricionalmente vulneráveis (Fitch Ratings, 2020) e (Global Panel, 2020);
- A pandemia da Covid-19 expôs a fragilidade dos sistemas alimentares para fornecer os alimentos de que globalmente se necessita. De acordo com o Global Panel (2020), citando recomendações da Organização Mundial da Saúde, torna-se necessário dar destaque para a promoção de sistemas alimentares saudáveis e sustentáveis, como um componente importante de uma recuperação global aos efeitos destrutivos e deletérios da Covid-19. Ao olhar para o futuro, é preciso dar prioridade ao fortalecimento da resiliência a futuras pandemias e outros choques, incluindo os impactos das mudanças climáticas, que inevitavelmente surgirão;

- A inovação, que tem sustentado a evolução da produção agrícola, será fundamental para enfrentar o desafio de garantir a segurança alimentar do futuro. Estima-se que os principais avanços venham das novas tecnologias de automação e robótica, da hiperconectividade e acesso à internet, das novas tecnologias empregadas no melhoramento vegetal e animal, sistemas mais avançados de gestão de recursos e uma melhor compreensão da relação alimentos-consumo-saúde humana;
- A agricultura de precisão, através do uso da internet das coisas (IoT) e a interface com *big data*, será fundamental para o desenvolvimento do setor do agronegócio nas Américas (Brasil, Estados Unidos e Argentina), por exemplo, devido, principalmente, à grande e diversificada produção agrícola, em forte e poderoso ecossistema de ICT, na região, tornando esse setor cada vez mais competitivo globalmente.
- Novos conceitos, ferramentas e processos são necessários para ampliar os fundamentos de uma agenda mais ampla de segurança alimentar. Seu desenvolvimento é ainda mais urgente, dadas as complicações que as mudanças demográficas, econômicas, geopolíticas, climáticas e outros limitantes ambientais já estão trazendo para as muitas pessoas para as quais a segurança alimentar está longe de estar equacionada (Hawkes, C, 2020).

Dados do Global Panel (2020), indicam que a atual pandemia da Covid-19 tem sido avassaladora em como ela se espalhou rapidamente e o fato de que o único meio atual de retardar seus efeitos mortíferos sobre a população tem sido emitir ordens de "lockdown" e introduzir medidas de distanciamento social, enquanto se aguardam medidas imunizatórias contra o Covid-19. Essas respostas adotadas pela maioria dos países contribuíram para vários choques simultaneamente em todo o sistema alimentar global. Alguns governos fecharam pontos de venda formais e informais de alimentos e restringiram severamente a movimentação de cidadãos, enquanto a produção e processamento de alimentos, transporte, comércio e varejo foram profundamente afetados (Global Panel, 2020).

Tomadas em conjunto, essas medidas resultaram em múltiplos desafios para as economias e as sociedades, causando perturbações e dificuldades generalizadas. Embora esse tenha sido um desafio global, o impacto foi sentido desproporcionalmente por trabalhadores e consumidores de baixa renda, particularmente em ambientes urbanos e em nações, ou partes delas, com os sistemas de saúde mais incipientes e com os sistemas alimentares mais frágeis. Estima-se que, antes da pandemia, 135 milhões de pessoas experimentavam insegurança alimentar aguda. De fevereiro a junho de 2020, houve um incremento estimado de cerca de 45 milhões de pessoas, reiterando alerta do Programa Mundial de Alimentos que, até fins de 2020, 265 milhões de pessoas podem enfrentar insegurança alimentar devido à pandemia (Global Panel, 2020).

Para os consumidores, um impacto imediato foi restringir a acessibilidade aos alimentos. Mesmo antes da pandemia, 1,58 bilhão de pessoas não podiam adquirir, ou ter acesso, a dietas saudáveis. Esse montante, infelizmente, corre o risco de aumentar em razão dos bloqueios e isolamento social, decréscimo de renda percapita, desemprego crescente e às flutuações de preços dos alimentos ricos em nutrientes, geralmente perecíveis, nos dias atuais, sob efeito da Covid-19. Em algumas áreas, as populações mais pobres foram as mais afetadas por perturbações no sistema alimentar, comparativamente com as que vivem em áreas rurais, devido às longas cadeias de suprimentos e ao fechamento de mercados (Global Panel, 2020).

2. SEGURANÇA ALIMENTAR PÓS-COVID-19

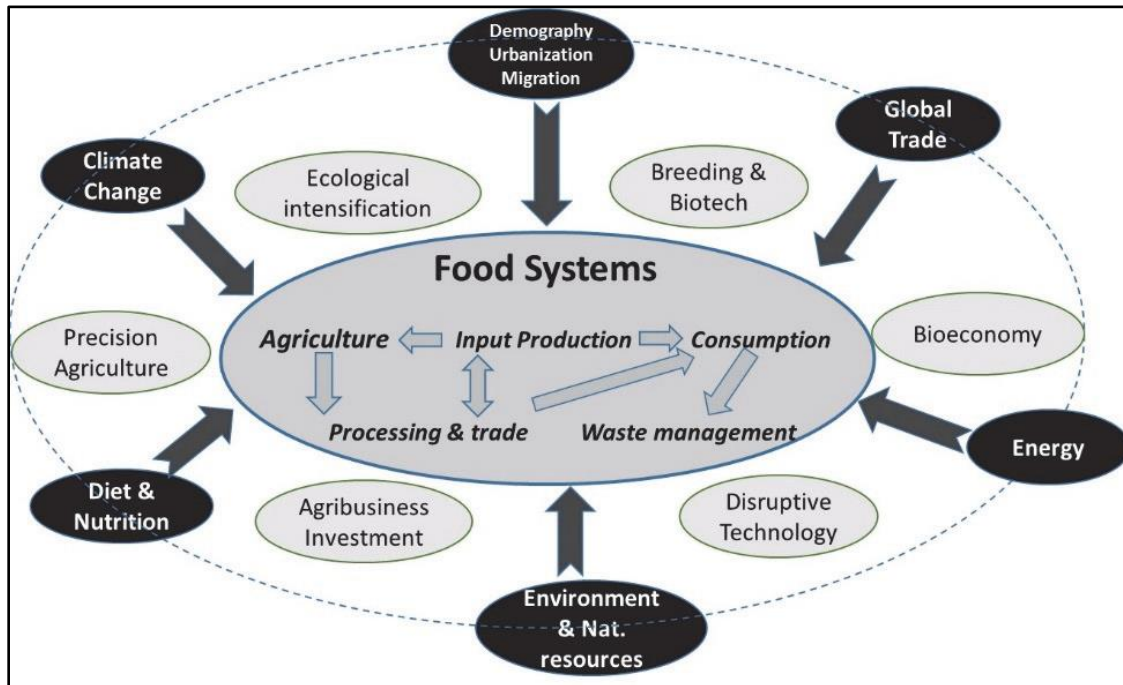
ISPC (2018), baseado em extensa revisão de estudos prospectivos e artigos elaborados por inúmeros pesquisadores e cientistas convidados pelo CGIAR, resume os principais componentes das megatendências e desafios dos sistemas agroalimentares, para os próximos 30 anos. O crescente interesse da comunidade científica em priorizar a análise das forças sociais, tecnológicas, econômicas, ambientais e políticas, focos de mudanças e possíveis rupturas, e suas implicações para o futuro dos sistemas alimentares, redução da pobreza e sustentabilidade, são a base dos desafios e dos componentes das megatendências aqui descritas.

Fitch Solutions (2020)¹, por sua vez, prevê que os sistemas alimentares evoluirão sobremaneira até 2050, embora com intensidades diferentes, regionalmente. A bioeconomia, a biotecnologia e os recursos genéticos (vegetais, animais e microbianos), a hiperconectividade, essencial na aceleração da adoção da agricultura de precisão, com os consequentes aumentos da produtividade, economias de escala e a readequação do uso da mão-de-obra agrícola, são alguns dos fatores que influenciarão a agricultura e os sistemas alimentares do futuro. Seis são os principais desafios que a agricultura global e os sistemas alimentares se confrontam e que conformam as megatendências, para os próximos 30 anos (Serraj, R. *et al.* 2018) e (Fitch Solutions, 2020)¹:

- Agtechs e tecnologias disruptivas: automação e robótica, hiperconectividade, aplicativos digitais;
- Mudanças climáticas e degradação ambiental;
- Transição sócio-demográfica e a urbanização;
- Envelhecimento populacional, as novas gerações e os desafios da saúde (dietas) e das tecnologias
- Produção global de alimentos, acesso equitativo e estável aos alimentos;
- Segurança alimentar e segurança nutricional direcionadas às populações vulneráveis.

Baseados nos desafios mencionados, Serraj, R. *et al.* (2018) e Fitch Solutions (2020)¹, identificaram 12 (doze) fatores, caracterizados e agrupados como forças e oportunidades, que afetarão os sistemas alimentares e que são parte integrante das megatendências macroeconômicas para a agricultura, para os próximos 30 anos (**Figura 1**):

- **Forças:** (i) demografia e desequilíbrios demográficos; (ii) comércio global; (iii) energia; (iv) meio ambiente e recursos naturais; (v) dieta e nutrição; (vi) mudanças climáticas.
- **Oportunidades:** (vii) intensificação ecológica; (viii) biotecnologia e melhoramento genético; (ix) bioeconomia; (x) tecnologias disruptivas; (xi) investimentos nos agronegócios; (xii) agricultura de precisão.



Fonte: Serraj, R. et al. (2018)

Figura 1: Fatores que afetarão os sistemas alimentares do futuro: forças (círculos escuros) e oportunidades (círculos claros)

De acordo com a agência Fitch Solutions (2020)¹, a segurança alimentar global permanece relativamente estável (apesar do surto da peste suína africana (PSA) na Ásia e partes da Europa, em 2019), pois o mundo é capaz de produzir mais do que consome. Algumas regiões e populações sofrem de fome temporária, ou permanecem desnutridas (principalmente no sul da Ásia e na África Subsaariana), mas essas situações podem ser atribuídas significativamente a políticas públicas ineficientes e à falta de investimentos, que estão criando escassez de alimentos. Estima-se que o consumo global de alimentos continuará se acelerando nas próximas décadas, em linha com a crescente população global e a emergência da classe média, em países emergentes.

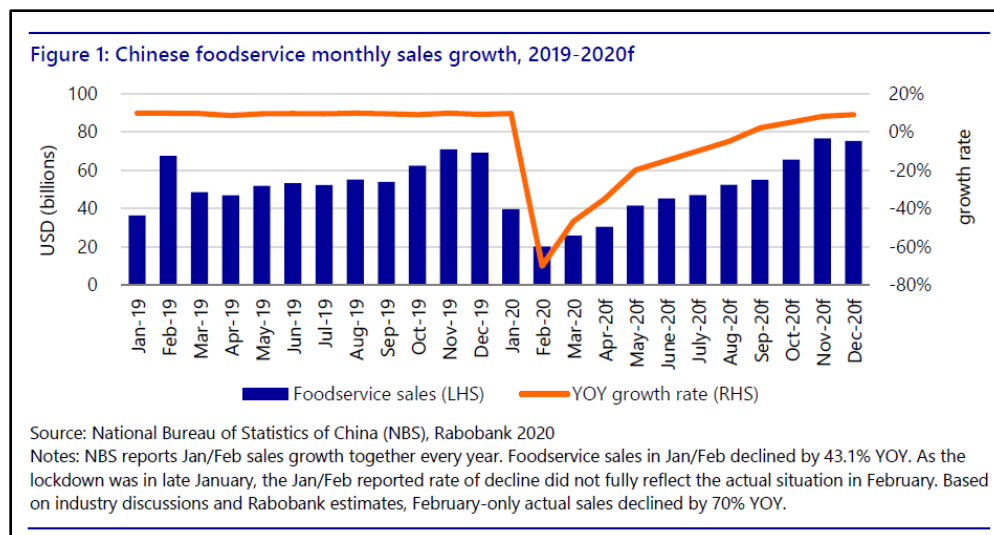
Estima-se também, que, nos próximos 30 anos, os sistemas alimentares enfrentarão uma confluência de pressões centradas no acesso à alimentação, nutrição e sustentabilidade dos sistemas agroecológicos, as quais induzirão a profundas mudanças no sistema alimentar. Essas mudanças implicarão a necessidade de novas abordagens sobre como lidar com as tensões relacionadas às interrupções nas cadeias de suprimentos de alimentos e a consequente disponibilidade destes, qualidade da dieta e eficiência no uso de recursos e as novas tecnologias, em contínua evolução (Fitch Solutions, 2020)¹.

As cadeias de suprimento de alimentos, por exemplo, foram interrompidas quando os governos determinaram o fechamento compulsório de restaurantes, redes de fast-foods, varejistas de alimentos e vias de transportes, buscando limitar a propagação da Covid-19. Efeito quase imediato foi uma mudança na demanda por alimentos específicos. Em muitos casos, os padrões alimentares mudaram rapidamente para se concentrar mais em alimentos industrializados e menos em alimentos perecíveis e ricos em nutrientes. Isso pode ser parcialmente devido à desinformação de que frutas, vegetais e produtos animais estariam mais vinculados à propagação do coronavírus (Global Panel, 2020).

A China, devido à complexidade de se lidar com um sistema alimentar responsável por abastecer aproximadamente 1,4 bilhões de pessoas, enfrenta sérios desafios em 2020, devido ao somatório da explosão da pandemia da Covid-19, surtos de doenças e pragas, e uma potencial nova epidemia viral em suínos, com possível transmissão para humanos. Na China, diferentes setores estão se recuperando em ritmos diferentes, mas o impacto da interrupção no segmento de serviços alimentícios e no varejo de alimentos tem sido destruidor. A lenta recuperação desses segmentos, pós-Covid-19, pode oferecer a outros países um vislumbre do que pode ocorrer depois que o pior da pandemia tiver passado. O surgimento de plataformas de comércio eletrônico para facilitar as transações entre agricultores e consumidores finais é uma inovação que tende a revolucionar os segmentos de logística e de marketing, fruto dos novos tempos de isolamento social e novos padrões sanitários (RaboResearch, Food & Agribusiness, 2020)¹.

Após quase cinco meses de “lockdown”, a vida na China está lentamente voltando ao normal. De acordo com a RaboResearch, Food & Agribusiness (2020)², aproximadamente 99% das grandes empresas manufatureiras retomaram as operações. A longo prazo, o crescimento robusto do consumo, fortalecido pelo uso mais intenso da Agritech (automação, robotização e novas formas de comércio), e a industrialização em andamento do setor, favorecerão o desenvolvimento do agro chinês.

Durante a pandemia da Covid-19, observou-se uma importante alteração de hábitos dos consumidores chineses, particularmente onde e como se alimentar, concentrando-se em refeições preparadas a domicílio. As implicações a curto e médio prazo são claras: restaurantes e outras opções de consumo fora de casa, tiveram impactos devastadores em seus negócios e provavelmente, se recuperarão mais lentamente do que o inicialmente esperado (**Figura 2**) (RaboResearch, Food & Agribusiness, 2020)¹.

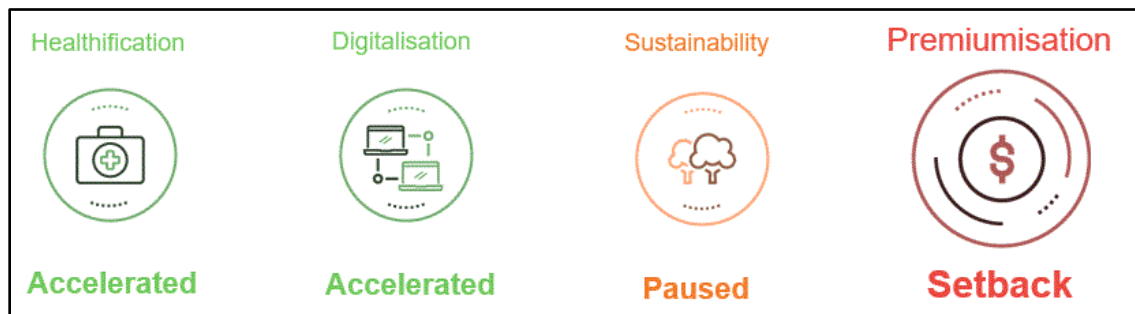


Fonte: (RaboResearch, Food & Agribusiness, 2020)¹

Figura 2: China: efeitos da COVID-19 na evolução mensal (%) das vendas dos serviços alimentícios (US\$ bilhões)

Fitch Solutions (2020)⁴, por sua vez, chama a atenção para o fato de que o fenômeno observado na China tende a ser global, pois a eclosão da Covid-19 afetou o comportamento do consumidor, globalmente, tanto a curto, quanto a longo prazo.

Quatro possíveis tendências, surgidas durante a pandemia da Covid-19, poderão ser caracterizadas como catalisadoras de desenvolvimento nos setores de consumo, pós-Covid-19 (**Figura 3**):



Fonte: Fitch Solutions (2020)⁴

Figura 3: Impacto do Covid-19 nas tendências globais de consumo

São destaques:

- Maior interface entre saúde humana, tecnologias e sistemas alimentares: demanda crescente por produtos orgânicos, aumento no consumo de proteínas alternativas e no interesse do consumidor em vitaminas e suplementos alimentares (Fitch Solutions, 2020)⁴.
- Comércio digital: grande potencial para incremento acelerado do comércio eletrônico, principalmente pelo uso de aplicativos digitais, no segmento de entrega de alimentos preparados devido ao fechamento de restaurantes e fast-foods. Elevado potencial para os participantes do comércio digital reterem os novos consumidores fruto dos bloqueios da epidemia e não se deve presumir que eles retornarão aos seus padrões de compras anteriores à Covid-19, principalmente porque essa recuperação está distante de acontecer (Fitch Solutions, 2020)⁴.
- Sustentabilidade e desenvolvimento econômico: observa-se que a desaceleração econômica tem o potencial de atenuar, mas não eliminar, a tendência de demanda por produtos alimentares de origem sustentável, que normalmente são vendidos a preços mais elevados (Fitch Solutions, 2020)⁴.
- Alimentos “premium” e a desaceleração econômica: a tendência de consumo de alimentos caracterizados como premium” sofrerá um revés a curto e médio prazo, impulsionada pela desaceleração econômica global e um aumento do desemprego, como reflexo da COVID-19 (Fitch Solutions, 2020)⁴.

Pingali, P. e Aiyar, A (2018), destacam que uma abordagem sistêmica dos fatores levados em consideração na modelagem de uma nova política alimentar global, ajudará a diversificar os sistemas alimentares e garantir a segurança nutricional, à medida que aumente a produtividade dos fatores e se diversifiquem as dietas atuais. Muito embora existam argumentos de que a produção global de alimentos será capaz de alimentar a população de 9,8 bilhões de pessoas, estimada para 2050, estes não são sólidos e sustentáveis. Apesar de atualmente se produzir quantitativamente alimentos suficientes para todos, o número de pessoas famintas e subnutridas, em todo o mundo, revela que essa abordagem é inadequada.

À medida que as megatendências que influenciarão o desenvolvimento da agricultura e dos sistemas alimentares se tornam mais claras, o desenvolvimento destes é ainda mais urgente, dadas as complicações que as mudanças demográficas, econômicas, geopolíticas, climáticas e outros fatores ambientais já estão trazendo às populações para as quais a segurança alimentar está longe de ser efetiva. A elevação das temperaturas está reduzindo a produtividade e o rendimento de muitas culturas. Inundações e secas cada vez mais frequentes (que são difíceis de atribuir à mudança climática em si, mas são amplamente esperadas em cenários climáticos futuros) prejudicam os sistemas de produção e distribuição de alimentos, agravando uma situação já existente em vários continentes (Ingram, J. e Zurek, M. 2018)

Em resumo, as transições sócio-demográficas e a urbanização, as novas gerações e a adoção de alimentos manufaturados e o impacto do envelhecimento populacional, as mudanças climáticas e a degradação ambiental, bem como a aceleração do uso das novas tecnologias, representadas pela automação e a robótica, proliferação da Internet e da hiperconectividade, alterando a própria natureza do trabalho, entre outras, são algumas das principais megatendências macroeconômicas globais que moldarão o século XXI. São forças globais, aparentemente irreversíveis, que impulsionaram e impulsionam economias e sociedades, as quais impactarão fortemente o futuro do sistema agroalimentar global (Fitch Solutions, 2020)¹ e (ISPC, 2018).

3. MEGATENDÊNCIAS DOS SISTEMAS ALIMENTARES GLOBAIS

O tema da segurança alimentar e a noção de sistemas alimentares, intimamente ligados, aumentaram de importância na agenda política, socioeconômica e científica, nos últimos anos. Este interesse foi inicialmente impulsionado pelo aumento do preço dos alimentos, em 2007-2008, que levou o número de pessoas famintas saltar de 40,0 milhões, para mais de 1,0 bilhão. Foi também impulsionado por avaliações de necessidades alimentares futuras: estima-se que serão necessários mais 50% de alimentos, até 2030, e, possivelmente, 100% a mais de carne até 2050, assumindo que não haverá grandes mudanças nas dietas e/ou uma redução significativa na perda e desperdício de alimentos (Maggio A., *et al.*, 2018).

Embora a ênfase histórica tenha sido a de atuar na redução da fome, esforço adicional está sendo direcionado para a segurança nutricional. Deficiências de ferro, vitamina A, iodo e zinco - as deficiências mais prevalentes - resultam, por exemplo, na desnutrição infantil e na cegueira. Outro grupo considerado, é o representado pelos mais de 2,0 bilhões de pessoas que consomem calorias em excesso. O consumo descomedido, juntamente com o estilo de vida sedentário, está levando a uma pandemia de sobrepeso e obesidade, que está acarretando um aumento nas doenças relacionadas à dieta, como o diabetes tipo 2 (Maggio A., *et al.*, 2018).

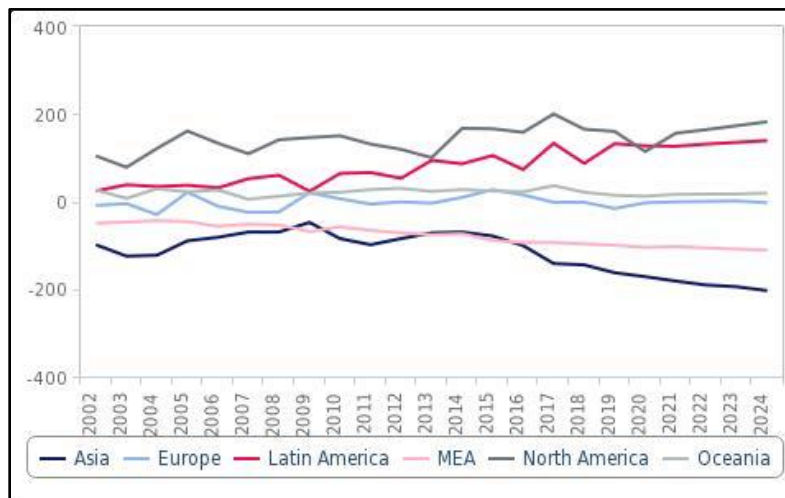
Pingali, P. e Aiyar, A. (2018), destacam o fato de que a inovação tecnológica relacionada à produção de alimentos e aos esforços para aumentar o acesso aos mesmos têm sido extremamente bem-sucedida em facilitar o crescimento econômico e a reduzir a pobreza, a fome crônica e a desnutrição. No entanto, essa evolução tem sido responsabilizada pela crescente degradação ambiental, desigualdades regionais, aumento da fome em alguns continentes e da explosão da obesidade. Adicionalmente, a falta de políticas públicas adequadas aumentaram as ineficiências nos processos de produção e incrementaram o desperdício de alimentos. Nesse sentido, apesar dos sucessos, as políticas atuais de alimentação, agricultura e nutrição ficaram aquém de garantir a segurança nutricional das populações mais vulneráveis.

Os sistemas alimentares globais mudarão consideravelmente até 2050, haja vista a complexidade dos fatores que influirão nesses sistemas. A bioeconomia, a biotecnologia e os recursos genéticos (vegetais, animais e microbianos), fundamentais na aceleração das mudanças tecnológicas, a hiperconectividade, essencial na aceleração da adoção da agricultura de precisão, com os consequentes aumento da produtividade, economias de escala e a readequação do uso da mão-de-obra agrícola, criará desafios para a agricultura do futuro.

Oito megatendências principais, relacionadas aos temas envolvendo a segurança alimentar global, questões ambientais e demográficas, para os próximos 30 anos, foram identificadas e são caracterizadas como as grandes tendências que já afetam e afetarão fortemente os sistemas alimentares globais (Maggio A., *et al.*, 2018) e Fitch Solutions (2020)¹:

- i. Priorização à segurança alimentar global: A segurança alimentar, embora atualmente relativamente estável, apesar dos reflexos da pandemia da Covid-19 e da PSA, na Ásia, é motivo de preocupação global. Nas próximas décadas, episódios de interrupção significativa do fornecimento global e de aumento dos preços dos alimentos se tornarão mais frequentes, já que o aumento populacional, demografia, urbanização, saúde humana e novas endemias/pandemias, impactarão o consumo.

A produção agrícola, continuará a se expandir e vários países, incluindo o Brasil, a China e a Índia, têm o potencial de aumentar suas produções agrícolas. As regiões tradicionais de fornecimento de alimentos (Brasil, Europa e EUA) aumentarão sua produção e os excedentes de alimentos, nos próximos anos. Elas continuarão como as fornecedoras agrícolas globais mais importantes no cenário internacional. Ásia, África e alguns países da América Latina (incluindo o México), embora com aumentos significativos da produção em um horizonte de 10 anos, estão sujeitos a se tornar mais vulneráveis quanto à segurança alimentar, devido ao forte crescimento do consumo local de alimentos e precário controle fitossanitário (**Figura 4**) (FAO, 2017) e (Fitch Solutions, 2020)¹.



Fonte: Fitch Solutions (2020)¹

Figura 4: Segurança alimentar de acordo com várias regiões – Balanço da produção por regiões (milhões de ton - 2002-2024)

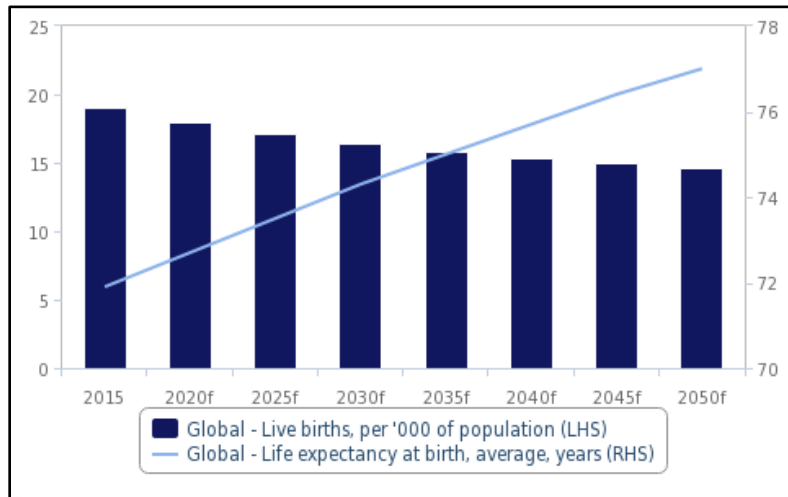
- ii. Novas tendências transformadoras do sistema alimentar global: conscientização com aspectos de saúde e preferências por produtos de nicho, combinadas com a crescente influência da tecnologia, tendem a transformar a indústria global de alimentos de múltiplas formas. Esforços adicionais para reduzir a perda de alimentos e o desperdício nos sistemas alimentares são urgentemente necessários. Em contraste com a situação histórica, quando as cadeias de valor eram relativamente curtas e o comércio de alimentos não era global, os consumidores e suas escolhas passaram a se constituir em fatores importantes nos processos de tomada de decisão dos produtores. Uma abordagem de sistema alimentar é a tendência transformadora dos novos sistemas com previsíveis resultados positivos para a segurança alimentar e nutricional, o meio ambiente e a sustentabilidade financeira do agronegócio global (Maggio A., *et al.*, 2018).

- iii. Maior interface entre saúde humana, tecnologias e sistemas alimentares: evoluem e se intensificam as preocupações com a saúde humana e sua relação com as tecnologias. Avanços científicos e melhores padrões de vida aumentam a longevidade das pessoas e reduzem, paulatinamente, a letalidade das doenças infecciosas. Entretanto, a obesidade, a desnutrição, a resistência antimicrobiana e as doenças não transmissíveis acarretam crescentes pressões sobre o contínuo aprofundamento do conhecimento relacionado à saúde humana. As doenças cardiovasculares e respiratórias, diabetes, câncer, depressão e ansiedade são apenas alguns dos sintomas de estilos de vida contemporânea, agravadas pela poluição crescente e outras causas antropogênicas, combinadas com a medicina reativa, ao invés de preventiva. A crescente conscientização em relação à saúde em todo o mundo, aliada ao desenvolvimento tecnológico, transformou a forma como milhões de consumidores se alimentam, se exercitam e exercem suas escolhas de estilo de vida (Maggio A., *et al.*, 2018).

De acordo com a (Fitch Solutions, 2020)¹, com base em estudos da Organização Mundial da Saúde, estimou-se que, em 2014/15, 39% dos adultos em todo o mundo (mais de 1,9 bilhão de pessoas) tinham sobrepeso, dos quais, 600 milhões eram classificados como obesos; essa tendência cresceu ao longo do tempo: dobrou desde 1980 e tornou-se emergencial para crianças e jovens na atualidade. A expectativa é de que a consciência sobre saúde ganhe impulso nos próximos 30 anos, diante dos avanços tecnológicos e dos riscos associados à obesidade.

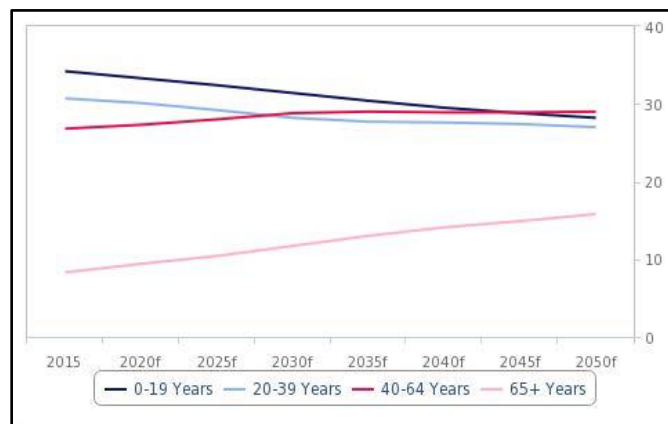
- iv. Inovações tecnológicas, automação, robótica e hiperconectividade: os avanços em genética, nanotecnologia, automação, robótica e inteligência artificial, fotônica, tecnologias quânticas e outras tecnologias emergentes, e as sinergias entre elas, estão se acelerando. A hiperconectividade, a internet das coisas, a realidade aumentada e os sistemas de inteligência coletiva, combinados com a redução dos custos de implementação de novas tecnologias, estão transformando sistemas inteiros de produção, gerenciamento e governança (Fitch Solutions, 2020)¹.
- v. Ascensão do consumidor idoso: A população global se expandirá em quase 2 bilhões nas próximas décadas até 2050, com as pessoas vivendo mais e com taxas de natalidade caindo, ocasionando uma rápida e contínua tendência de crescimento da população com idade de 65 anos, ou mais. Esta faixa etária crescerá em termos totais e representará uma parcela maior da população mundial em 2050. Globalmente, isso levará a faixa etária acima de 65 anos a aumentar rapidamente em tamanho, de 611 milhões, ou cerca de 8,3% da população total, em 2015, para 1,5 bilhão de pessoas, ou 15,8% da população global, até 2050 (Fitch Solutions, 2020)¹.

Pelas projeções da agência Fitch Solutions (2020)¹, observa-se que todos os agrupamentos de idades crescerão ao longo de 2015-2050, mas nenhum deles verá um crescimento mais rápido do que o agrupamento composto pela parcela da população pensionável, de 65 anos, ou mais. Isso criará essencialmente um segmento de consumo, que exigirá diferentes produtos, estratégias de marketing e de branding para empresas voltadas a esse “novo” consumidor. Empresas de assistência médica, produtos financeiros e serviços de assistência médica estão entre as áreas que se beneficiarão com o envelhecimento das populações. Esse segmento demográfico também oferece oportunidades para o setor de alimentos e bebidas, onde as empresas precisarão projetar e inovar em produtos específicos para a crescente população pensionável (**Figuras 5 e 6**) (Fitch Solutions, 2020)¹.



Fonte: Fitch Solutions (2020)¹

Figura 5: Tendências de crescimento da população global



Fonte: Fitch Solutions (2020)¹

Figura 6: Projeções de evolução da população global, por agrupamentos de idades, em %

- vi. Futuras gerações mais propensas a aceitar e consumir novas formas de alimentos: Com a estimativa de aumento da população mundial para 9,8 bilhões em 2050, a questão da escassez de alimentos e da segurança alimentar torna-se estratégica e crítica. Do ponto de vista do consumo, a legalização e a aceitação de alimentos GM podem contribuir para a segurança alimentar, já que há concordância científica de que alimentos derivados de culturas GM não representam maior risco para a saúde humana. Consumidores mais jovens, entretanto, são mais críticos quanto ao consumo de alimentos GM. Não se estima que ocorra uma aceitação geral nos mercados desenvolvidos antes de 2050, especialmente na UE, onde interesses fragmentados tornam a decisão política mais difícil. Outro conflito surge entre alimentos tradicionais versus não tradicionais, representados, potencialmente, pela criação de produtos alternativos à base de carne sintética. Este será um processo de longo prazo e mais investimentos surgirão à medida que as preferências dos consumidores mudem progressivamente para dietas ricas em proteínas, de origem não animal e outras alternativas (Fitch Solutions, 2020)¹.

- vii. Comércio eletrônico e aplicativos digitais: megatendência que moldará a forma como varejistas operam. Destacam-se três desenvolvimentos importantes para os próximos 30 anos: (a) Drones: a entrega de alimentos por drones reduzirá significativamente os prazos de entrega, especialmente em grandes áreas metropolitanas e áreas remotas. (b) Veículos autônomos: o potencial de combinação entre veículos autônomos com drones tem o potencial de diminuir significativamente os prazos de entrega, com o drone pousando no carro autônomo, que completará o serviço de entrega final aos consumidores. (c) Restaurantes dedicados à entrega de produtos finalizados, por aplicativos digitais: não abertos ao público, servindo como ambientes para preparo final de alimentos para entrega aos consumidores, sem área de alimentação anexa.
- viii. Mudanças climáticas e degradação ambiental: As mudanças climáticas são irreversíveis. Mesmo que todas as emissões de atividades humanas fossem interrompidas, o clima continuaria a se alterar. Agravadas pela poluição, a superexploração dos recursos naturais e a degradação ambiental, levará a mudanças severas, generalizadas e irreversíveis para pessoas, ativos, economias e ecossistemas em todo o mundo (Maggio A., *et al.*, 2018).

As principais megatendências consolidadas para os sistemas alimentares estão resumidas na **Tabela 1**.

Tabela 1: Principais megatendências para os sistemas agroalimentares, até 2050

MEGATENDÊNCIAS	VENCEDORES	PERDEDORES
Maior interface entre saúde humana, tecnologias e sistemas alimentares	Produtores de alimentos especializados (funcionais, probióticos, alimentos veganos); carnes sintéticas -origem vegetais e de celular. Alimentos orgânicos; Países produtores de frutas e vegetais	Alimentos processados (fast food); carne vermelha, bebidas adoçadas com açúcar, indústrias que não adotam alimentos personalizados Agroindústria processadora de carne; usinas açúcar
Novas tendências do sistema alimentar global: Segurança alimentar, ocorrências endemias e pandemias, disparidades de produção entre nações	Países produtores de alimentos tecnologicamente avançados (Brasil, USA, países da UE); Empresas de trading e de sementes GM	África e Oriente Médio observarão pouco, ou nenhum, crescimento da produção agrícola; África: crescimento da insegurança alimentar
Futuras gerações e propensão de aceitação de alimentos alternativos e manufaturados	Alimentos proteicos à base proteínas alternativas de plantas, insetos, carnes cultivadas em laboratório, culturas GM, alimentos originados de impressão 3D	Produtores de carnes e de laticínios
Ascensão do consumidor idoso	Serviços de saúde, alimentos e bebidas fortificados, empresas que adotem tecnologias digitais para distribuição e comércio varejista	Produtores de baixa qualidade, indústrias de alimentos focadas primordialmente em jovens.
Comércio eletrônico, aplicativos digitais	Empresas de entrega de alimentos por aplicativos digitais, drones, veículos autônomos	Restaurantes tradicionais,
Inovações tecnológicas, automação, robótica, hiperconectividade e outras tecnologias inovadoras	Empresas do agronegócio especializadas em AgTech; Empresas inovadoras com foco no uso intensivo de tecnologia.	Pequenos produtores que tenham adotado o conceito de Agtech, mas sujeitos a maiores custos de produção, manutenção e dependência de provedores; Indústrias de fertilizantes
Mudanças climáticas e degradação ambiental	Empresas agricultura de precisão e de tecnologias que favoreçam aumento de produtividade; de seguros agrícolas em mercados emergentes	Regiões tropicais poderão sofrer redução drástica nas produtividades devido às mudanças climáticas

Fonte: Fitch Solutions (2020)^{1,3} e Maggio A., *et al.* (2018)

4. INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E O FUTURO DA AGRICULTURA

- i. AgTechs: A inovação, que tem sustentado a evolução da produção agrícola, será fundamental para enfrentar o desafio de garantir a segurança alimentar do futuro. Estima-se que os principais avanços venham das novas tecnologias de automação e robótica, da hiperconectividade e acesso à internet, das novas tecnologias empregadas no melhoramento vegetal e animal, sistemas mais avançados de gestão de recursos e uma melhor compreensão da relação alimentos-consumo-saúde humana (Langridge, P. 2018).

Agtech se constitui em um dos principais desafios que a agricultura e os sistemas alimentares se confrontam e se constitui em uma das grandes tendências para a melhoria do aumento da produtividade agrícola. O uso de Agtech, por exemplo, beneficiará várias operações e negócios no processo produtivo, estimando-se que os vencedores serão (a) os produtores rurais que adotarem rápida e conscientemente, as novas tecnologias, e (b) os provedores de serviços de tecnologia ao setor (Fitch Solutions, 2020)¹.

Em relação à adoção geográfica, os mercados desenvolvidos com um setor agrícola maduro, amplamente mecanizados, já utilizam as tecnologias da Agtech. Os mercados emergentes, a grande maioria dependentes de mão de obra a nível de propriedade, terão estilos diferenciados de adoção da Agtech. A Ásia se destacará em termos de adoção devido aos fortes fundamentos de TIC. A China, em particular, adotará a Agtech em um horizonte de cinco anos, ajudada por um apoio público ativo. Na América Latina, o Brasil e a Argentina tenderão a sobressair devido, principalmente, à pujança e competitividade internacional do agronegócio privado, e da hiperconectividade, com destaque para o caso brasileiro (Fitch Solutions, 2020)¹.

Em termos do cenário competitivo da Agtech, a tendência é de que haja algum grau de consolidação nos próximos anos, pois os produtores indicam continuamente que preferem uma abordagem integrada à agricultura de precisão. Isso terá duas implicações: Primeiro, vemos uma crescente divergência entre o software da agtech e o hardware da agtech, onde as funções do hardware acabam se tornando comoditizadas e vendidas de forma relativamente barata. Por outro lado, os aplicativos de software conterão dados e insights proprietários que podem ser especializados e vendidos de forma exclusiva. Segundo, de acordo com as tendências que vemos ocorrendo em outros setores, prevemos que a agtech assumirá o paradigma produto versus serviço. Em particular, vemos a agricultura se movendo em direção a soluções em que as empresas envolvidas com a agtech são capazes de gerar soluções micro-personalizadas para os agricultores dos quais eles assinam uma taxa. Até certo ponto, isso já acontece na agricultura, pois os agricultores podem alugar terrenos agrícolas e equipamentos agrícolas, mas a adoção da Agtech verá uma aceleração nessa tendência nas próximas décadas (Fitch Solutions, 2020)^{1,3}.

- ii. Agricultura de Precisão: Os setores agrícolas que mais crescem globalmente estão localizados na América do Sul (Brasil), Ásia e, de forma mais restringida, na África. Nos próximos 10-15 anos, a agricultura de precisão evoluirá enormemente devido à maior interconexão de redes, supercomputação com dados massivos e monitoramento, otimização e controle em tempo real em um ambiente cibernético. Novos sistemas de informação, sensoriamento remoto e ciência de dados serão integrados com reflexos imediatos no desempenho da agricultura de precisão. Pequenos satélites e *CubeSats* em órbita fornecerão novas plataformas de sensoriamento remoto que serão úteis em ambientes agrícolas. Satélites pequenos podem carregar vários sensores, como sensores ópticos e de microondas, para fornecer dados de observação em campo de alta resolução em todos os momentos e em todas as condições meteorológicas. A tecnologia dos drones evoluirá visando monitorar a agricultura com mais eficiência. Métodos inovadores, algoritmos otimizados, dados massivos e o poder da supercomputação serão cada vez mais usados para apoiar a agricultura inteligente (Huang, Y., e Brown, M.E., 2018).

A automação dominará as operações agrícolas com materiais avançados e ciência e tecnologia mecânicas e eletrônicas. Diferentes tipos de robôs já estão sendo utilizados na agricultura de precisão implementada nos países em estágio de desenvolvimento avançado. A inteligência artificial continuará a ser desenvolvida para promover sistemas agrícolas por meio de, por exemplo, veículos agrícolas autônomos, sistemas automatizados de irrigação e reconhecimento facial do gado. A aprendizagem profunda está fornecendo algoritmos mais avançados para aprimorar as aplicações da inteligência artificial na agricultura de precisão (Huang, Y., e Brown, M.E., 2018).

A agricultura de precisão, através do uso de IoT e a interface com *big data*, será fundamental para o desenvolvimento do setor do agronegócio nas Américas (Brasil, Estados Unidos e Argentina), por exemplo, devido, principalmente, à grande e diversificada produção agrícola, em forte e poderoso ecossistema de ICT, na região, tornando esse setor cada vez mais competitivo globalmente. O IoT pode apresentar desafios muito diferentes em modelos de negócios, tecnologias, implementação e suporte. O ecossistema de abastecimento da IoT é, portanto, aberto à exploração por uma grande variedade de fornecedores e usuários finais e especializados em quase todas as indústrias, e, portanto, sustenta a maioria das megatendências observadas (**Tabela 2**) (Fitch Solutions, 2020)^{1,3}.

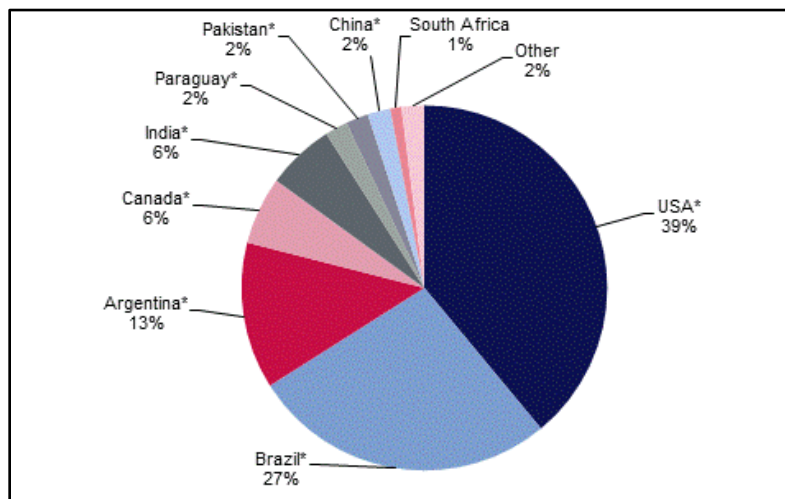
Tabela 2: Tendências do uso da IoT na agricultura

SETORES	METAS	TIPOS DE TECNOLOGIAS UTILIZADAS	IMPACTO ESPERADO
Grãos	Facilitar a coleta e envio de informações sobre umidade, luz solar, precipitação, monitoramento do ar, colheita, etc. Permitir a agricultura de precisão (plantio de precisão, aplicação de fertilizantes, pulverização, irrigação, etc)	Máquinas a máquinas (M2M): Sensores, drones, satélites, tratores conectados e eventualmente autônomos. Analítica: análise de dados, banco de dados servidores, sistemas de nuvem.	Maior produtividade, uso mais adequado de fertilizantes e insumos, menores custos de produção, diminuição do uso de fertilizantes por ha.
Pecuária	Facilitar o monitoramento de cercas e cultivo; rastreamento e monitoramento de animais (rastreamento de saúde, parto ciclos, localização, etc); manejo de pastagens/rações.	M2M: Sensores, drones, colares conectados a GPS. Analítica: servidores de banco de dados, sistemas em nuvem.	Maior produtividade (detecção de surtos de doenças precoces, diminuindo seu impacto), uso mais eficiente de rações.
Relações entre empresas de insumos, intermediários e agricultores	Facilitar a conexão de agentes de campo a sistemas de análises conectadas em nuvem, a fim de oferecer produtos personalizados aos proprietários rurais e aumentar eficiência para a sua intermediação.	Smartphones, tablets, e outros. Analítica: análise de dados, banco de servidores de dados, sistemas de nuvem.	Os impactos serão mais sentidos em países em desenvolvimento, caracterizados pela preeminência de pequenas propriedades com investimento de baixa capacidade e que dependem de intermediários em maior medida, do que em mercados desenvolvidos.
Gerenciamento da cadeia de suprimentos	Facilitar o acompanhamento de estoques e rastreabilidade do produto.	M2M: Sensores (em silos), GPS rastreamento de veículos (telemática). Dados: Analítica, sistemas de nuvem.	Empresas de insumos: o objetivo seria aumentar quotas de mercado. Redução de desperdícios ao longo das cadeias de suprimento.

Fonte: (Fitch Solutions, 2020)³

A automação agrícola dominará as operações agrícolas com materiais avançados e ciência e tecnologia mecânicas e eletrônicas. Diferentes tipos de robôs já estão sendo utilizados na agricultura de precisão implementada nos países em estágio de desenvolvimento avançado. A inteligência artificial continuará a ser desenvolvida para promover sistemas agrícolas por meio de, por exemplo, veículos agrícolas autônomos, sistemas automatizados de irrigação e reconhecimento facial do gado. A aprendizagem profunda está fornecendo algoritmos mais avançados para aprimorar as aplicações da inteligência artificial na agricultura de precisão (Huang, Y., e Brown, M.E., 2018).

iii. **Bioteecnologia:** É desafiador prever como as inovações podem afetar o melhoramento vegetal e animal, no futuro. Na atualidade, existe otimismo sobre o uso da edição de genes como uma rota para fornecer avanços na descoberta de genes. Maior diversidade em programas de melhoramento pode ser fornecida por meio de abordagens GM, mas o conhecimento de genes e sua função e acesso a sequências genômicas completas estão fornecendo múltiplas rotas para expandir o uso de variações em raças e parentes silvestres, ou para induzir variações de maneira direcionada, como através da edição genética. Avanços nas tecnologias de marcadores moleculares e cultura de tecidos, são promissores e essas tecnologias continuam a inovar graças à expansão do conhecimento da função dos genes e do genoma e aos avanços da computação na análise de DNA. O escopo e a escala de novas técnicas de reprodução e biotecnologia são enormes e terão influência no desenvolvimento futuro dos sistemas alimentares. Existem várias orientações em genética, dependendo das aplicações: sequenciamento de DNA, clonagem, cisgenesis, transgênese, inativação gênica e epigenética. A genética permitirá melhorar a qualidade dos produtos agrícolas, aumentando o valor nutricional, paladar, olfato, cor e aparência dos mesmos. Prevêem-se, aplicações promissoras da genética visando adequar culturas vegetais e resíduos de plantas para biocombustíveis de nova geração. A genética contribuiria dessa forma à realização de uma economia de base biológica. Entretanto, o impacto do uso futuro dessas tecnologias é ainda limitado, em parte por razões éticas. Enquanto as preocupações éticas são menores nos Estados Unidos e nos países asiáticos, na Europa as pesquisas são reguladas por uma legislação rigorosa e limitante. O escopo e a escala de novas técnicas de reprodução e biotecnologia são enormes e terão influência no desenvolvimento futuro dos sistemas alimentares (**Figura 7**) (Fitch Solutions, 2020)³, (Langridge, P., 2018) e (van der Duin, P. e den Hartog, S., 2018).



Fonte: Fitch Solutions (2020)³

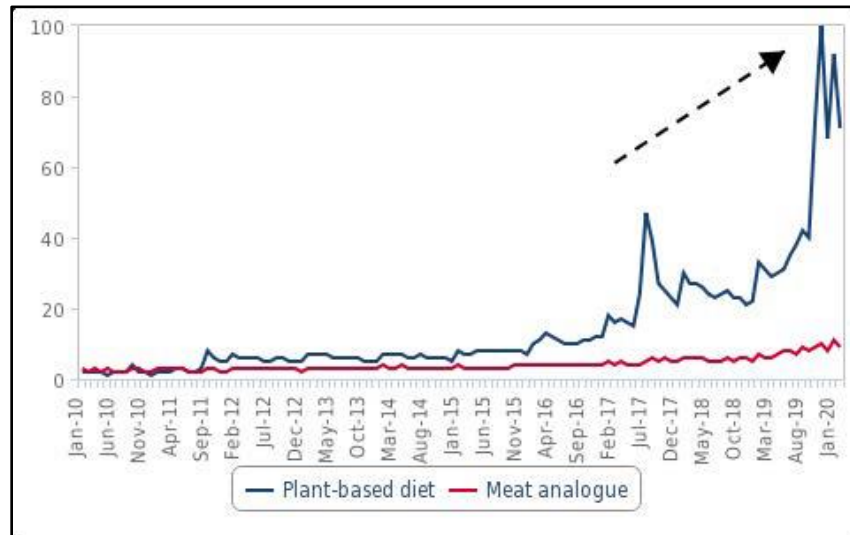
Figura 7: Percentual da área cultivada, por países, por cultivos GM, em 2018 (% da área de plantio GM)

iv. **Bioinformática:** A bioinformática aplicada à agricultura tem um enorme potencial de aumentar a capacidade de efetuar previsões meteorológicas locais (com precisão de até 200 hectares), usando milhões de observações meteorológicas e terrestres diárias; de ampliar o monitoramento da saúde animal e aumento da produção de carnes e leite, por via da inserção de chips na pecuária de corte e leite, conectados à internet (e aos bancos de dados); e, através da combinação da bioinformática com outras tecnologias, auxiliando a induzir uma produção mais sustentável (van der Duin, P. e den Hartog, S., 2018).

- v. Biologia sintética: Desenvolvimento tecnológico-científico que aplica princípios de design técnico em um nível molecular biológico como, por exemplo, redesenho de um sistema vivo de tal forma que ele faça algo novo, como produzir uma substância específica. Ainda mais ambiciosas são as tentativas contínuas de criar novos sistemas vivos, a partir de material inerte. Embora a biologia sintética se sobreponha a outras disciplinas, como a genética, sua ambição final é muito maior: projetar organismos vivos que satisfaçam as necessidades e desejos da humanidade. Além de ampliar o conhecimento de como as células operam, os pesquisadores aspiram desenvolver organismos que ajudem a mitigar problemas climáticos. Admite-se que, através de biologia sintética, as culturas utilizem menos insumos, eliminando-se o uso de herbicidas e contribuindo para uma agricultura mais sustentável (van der Duin, P. e den Hartog, S., 2018).
- vi. Transição protéica: Estima-se que, nas próximas três décadas, os consumidores mudarão significativamente seus padrões de consumo, pois a crescente conscientização sobre segurança alimentar, saúde, questões ambientais e éticas terá um impacto maior nas preferências de compra dos consumidores. Esses quatro fatores, impactando o lado da demanda e o desenvolvimento da tecnologia no lado da oferta, levarão os consumidores a incorporar cada vez mais alimentos alternativos e "manufaturados" em suas dietas, mudança essa especialmente relevante no setor de proteínas. Muito embora os consumidores nos mercados desenvolvidos sejam os primeiros a adotar proteínas à base de plantas e alimentos cultivados em laboratórios, estima-se que os mercados emergentes também busquem adotar as novas tecnologias como motivadores da escassez de alimentos (que já é um problema para alguns mercados emergentes), conscientização da saúde e impacto ambiental. Se os custos de proteína celular forem bastante reduzidos e os produtos desenvolvidos forem capazes de fornecer nutrição acessível, acredita-se que essa tecnologia possa ajudar as populações mais carentes e reduzir o risco de escassez de alimentos no mundo emergente (Fitch Solutions, 2020)¹.

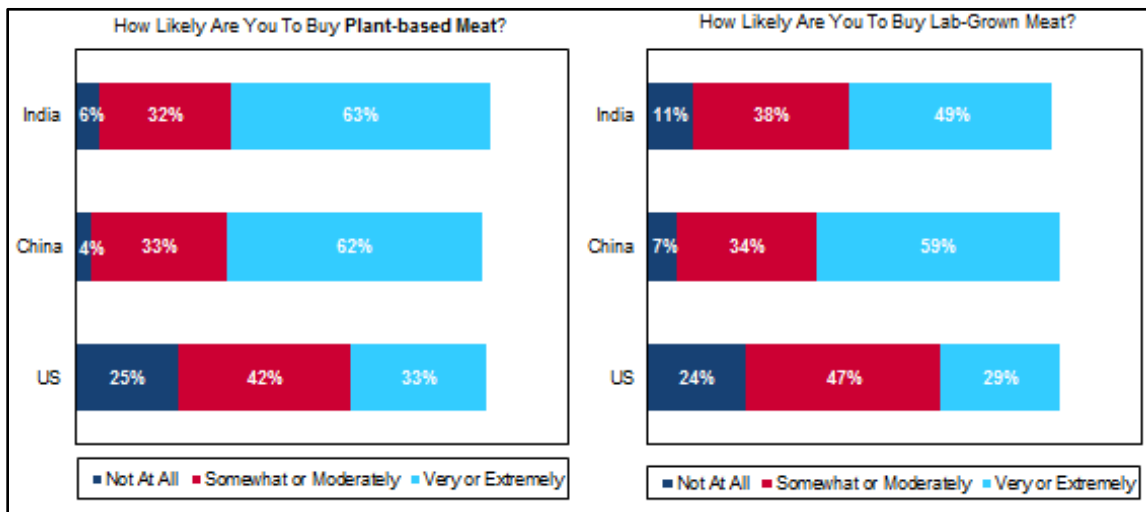
Embora as proteínas de origem vegetal se concentrem atualmente em imitar carne processada, leite e iogurte, prevemos que isso seja estendido a praticamente todos os tipos de proteínas de origem animal, incluindo cortes de peixe, ovos, queijo e carne. Várias empresas de carnes de origem vegetal estão se expandindo, principalmente a Beyond Meat, em início de instalação no Brasil, e Impossible Foods, enquanto grandes processadores de carne, como Tyson Foods, Cargill e JBS, começam a oferecer seus próprios produtos de origem vegetal. Olhando para o futuro, acreditamos que alternativas baseadas em plantas só serão capazes de se desenvolver até agora na replicação de cortes de carne e que surgirão alternativas baseadas em células (cultivadas em laboratório) que possam oferecer uma alternativa aos cortes de carne tradicionalmente criada (Fitch Solutions, 2020)¹.

As carnes "sintéticas", cultivadas em laboratórios, ainda estão em fase de desenvolvimento e necessitam entrar no mercado. De acordo com a agência Fitch Solutions (2020)¹, estima-se que, até 2050, várias proteínas cultivadas em laboratórios estarão disponíveis e serão incorporadas às dietas dos consumidores. Nos próximos 30 anos, as empresas de alimentos e bebidas investirão cada vez mais em proteínas celulares, pois fornecem uma solução atraente para as preocupações ambientais e de bem-estar animal, além de diminuir a insegurança alimentar. De acordo com a agência referenciada, inúmeras empresas de tecnologia já começaram a investir em carne cultivada em laboratório, com destaques para Memphis Meats (EUA), Aleph Farms (Israel), Higher Steaks (Reino Unido), Mosa Meat (Holanda) e Meatable (Holanda), todos competindo por viabilizar mercadologicamente carne cultivada em laboratórios. Embora os altos custos de produção continuem sendo barreira fundamental para a comercialização de proteínas cultivadas em laboratório, entretanto, a médio e longo prazo, estima-se uma redução deles. As **Figuras 8 e 9** apresentam resultados de pesquisas relacionadas ao interesse crescente demonstrado por consumidores por dietas à base de proteínas alternativas a base de plantas e alternativas à carne de origem animal (Fitch Solutions, 2020)¹.



Fonte: Fitch Solutions (2020)¹

Figura 8: Interesse crescente do consumidor em dietas à base de plantas e alternativas à carne (pesquisa global realizada pelo Google – 2010/2020)



Fonte: Fitch Solutions (2020)³

Figura 9: Resultados de pesquisa sobre as percepções dos consumidores da Índia, China e EUA relativas ao consumo de carnes de origem vegetal e de laboratório - 2019

As algas são outro exemplo de transição proteica. São fontes primárias de proteínas, pois não requerem outras proteínas para crescer. Os insetos são outro exemplo de transição proteica. Desenvolvimentos também estão ocorrendo na produção de carne artificial, baseados em culturas de células ou tecidos. Uma vez que a carne artificial e outras alternativas proteicas sejam aprovadas para uso humano, por instâncias reguladoras de saúde pública, e passíveis de adoção por consumidores progressistas, poder-se-ia observar uma aceitabilidade massiva e inversão maciça em termos de dietas e produção de alimentos (van der Duin, P. e den Hartog, S., 2018).

- vii. Design de alimentos: Desenvolvimento laboratorial com componentes específicos adicionados (ou extraídos) para melhorar o sabor ou estrutura dos alimentos, ou o grau em que promove a saúde (alimentos funcionais). Com o tempo, a impressão 3D pode permitir que as pessoas projetem e imprimam seus próprios alimentos. Com a incorporação da impressora 3D no processo de produção de proteínas vegetais, os fabricantes poderão imitar com precisão a textura, aparência e propriedades sensoriais da carne animal (van der Duin, P. e den Hartog, S., 2018) e (Fitch Solutions, 2020)¹.
- viii. Aquicultura: Setor de produção de alimentos que mais cresce globalmente, devido à crescente demanda e seu papel na substituição da pesca comercial predatória. Desenvolvimento recente é o surgimento da aquicultura urbana, onde sistemas avançados de purificação de água permitem que se mantenham peixes em tanques de água, sem ter que recorrer a produtos químicos, com vantagens para o meio ambiente. Outro fator a ser observado é a progressiva salinização de importantes áreas agrícolas, onde aplicações de aquicultura destinadas ao cultivo com água salina podem provar ser a solução (van der Duin, P. e den Hartog, S., 2018).
- ix. Agricultura vertical: Também chamada fazenda vertical - em que o termo vertical se refere tanto ao fato de que as plantas muitas vezes são cultivadas atrás do vidro de arranha-céus, ou para o suporte vertical que permite que fileiras de plantas cresçam umas sobre as outras. As fazendas verticais já são realidade na China, em criatórios de suínos, principalmente. Existe, entretanto, enorme perigo de contaminação de todo o plantel (como foi o caso da peste suína africana), em ambientes totalmente confinados e com ar circulante, artificialmente. Entretanto, é também realidade de que fazendas verticais aumentam a oferta de alimentos em cidades densamente povoadas. Em 2050, 80% da população mundial – ao redor de 9,0 bilhões de pessoas - viverão nas cidades. A agricultura vertical permite que a produção ocorra muito mais perto dos consumidores, o que reduz drasticamente os custos de transportes e distribuição (van der Duin, P. e den Hartog, S., 2018).
- x. Tecnologia de conservação: Tecnologia que permite preservar alimentos frescos por mais tempo, contra contaminação por bactérias, fungos e de processos químicos e físicos. As novas tecnologias de conservação são percebidas como métodos de conservação mais sustentáveis, com menos danos ao meio ambiente, ajudando a reduzir o desperdício. A menor carga térmica das novas tecnologias geralmente resulta em produtos que passam a percepção de apresentação e sabor mais atraentes, do que produtos tratados com métodos tradicionais, sem sabor residual e com menos danos térmicos a nutrientes valiosos, como vitaminas, por exemplo, e à própria textura. O surgimento da impressora 3D e da impressão de alimentos estão entrelaçadas com as tecnologias de conservação, porque estas serão cruciais para preparar e preservar o conteúdo dos cartuchos usados para impressão de alimentos (van der Duin, P. e den Hartog, S., 2018).

5. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Importante megatendência diz respeito a possíveis implicações geopolíticas de longo prazo relacionadas às mudanças climáticas e degradação ambiental. Muito embora incerta, a possibilidade do aquecimento do Ártico permitir uma maior extração de recursos naturais chamou a atenção dos EUA, Canadá, Rússia, China e outros, com graves ameaças ao meio ambiente global. Em outras regiões, o aumento do nível do mar ameaça desencadear uma onda de refugiados ambientais, sobretudo em Bangladesh e ilhas do Pacífico. O surgimento de novos padrões de migração impulsionados pelas mudanças climáticas levará a tensões entre e intra Estados, e governos poderão recorrer a forças beligerantes para impedir as migrações (Fitch Solutions, 2020)¹.

Eventos climáticos extremos se tornarão mais frequentes devido às mudanças climáticas, e seu impacto sobre a oferta de alimentos será agravado pela crescente escassez de água em todo o mundo. As mudanças climáticas tendem a aumentar significativamente as temperaturas e alterar os padrões de precipitação, mas também a frequência de desastres naturais, com imediatos efeitos negativos sobre a disponibilidade e produtividade das terras aráveis. Atualmente, a África e o sul da Ásia são os que mais correm risco de estresse hídrico e as mudanças climáticas tenderão a agravar esses riscos nos próximos anos (Fitch Solutions, 2020)¹.

Se as previsões atuais sobre o aumento da classe média da China, Índia e outros estão corretas, então a quantidade de alimentos, água e produtos manufaturados exigidos pelos consumidores poderá ter um impacto fortíssimo no meio ambiente. Alterações climáticas afetarão significativamente, não somente as temperaturas globais e os padrões de precipitação, mas também a frequência de catástrofes naturais, como secas, inundações, tempestades tropicais e outros, limitando consideravelmente a produtividade das culturas e a disponibilidade de terras aptas ao cultivo. O Sul da Ásia e a África são as regiões mais sujeitas a estresse hídrico, e as alterações climáticas irão potencializar esses riscos nos próximos anos (Fitch Solutions, 2020)¹.

Como a provisão de serviços básicos é, muitas vezes, em última análise, responsabilidade dos governos, a escassez de água criará retrocessos, podendo se manifestar de três maneiras: (i) mais protestos contra governos com base em uso e infraestrutura inadequados; (ii) mais migração de regiões afetadas pela seca para áreas com melhor disponibilidade de água; e (iii) aumento das tensões inter e intra Estados, especialmente entre países a montante das fontes de água potável, que buscam construir usinas hidrelétricas e Estados a jusante, cujas águas para agricultura e indústria podem ser escassas (Fitch Solutions, 2020)¹.

A sustentabilidade da produção de alimentos enfrentará riscos crescentes, devido às mudanças climáticas progressivas que se manifestarão como eventos extremos mais frequentes e severos - ondas de calor, secas e inundações. Muitas vezes, os choques relacionados ao clima podem ter impactos catastróficos e com forte repercussão no sistema alimentar global, com os setores de produção, processamento, distribuição, varejo, descarte e desperdício, cada vez mais expostos. Os impactos resultantes, generalizados ou geograficamente contidos, sobre a produtividade das culturas podem ser benéficos, ou prejudiciais, dependendo do sistema agroecológico e exigirão vários mecanismos de adaptação e resiliência, que vão desde novas práticas agronômicas sustentáveis, uso adequado da água, alterações de épocas de semeadura e mudanças significativas na alocação do uso da terra (Serraj, R. *et al.*, 2018).

O setor agrícola é vulnerável aos riscos climáticos, mas também é um dos principais contribuintes para as emissões de gases de efeito estufa e mudanças no uso da terra que impulsionam as mudanças climáticas. As mudanças na agricultura, silvicultura e uso da terra representam pouco menos de um quarto das emissões totais de gases de efeito estufa, o que implica um papel substancial para os sistemas agrícolas na mitigação geral da sociedade e esforços para a sustentabilidade (Serraj, R. *et al.*, 2018).

A energia renovável fornece importante ponto de apoio à mitigação. Manter o aquecimento global abaixo de 2°C, como requer o acordo climático de Paris, será um grande desafio que requer reduções drásticas nas emissões de carbono e quase completa descarbonização do sistema energético. Ampliar o suprimento de energia renovável, incluindo a bioenergia, é essencial, mas o uso dedicado da terra para a produção de bioenergia poderia competir com a terra cultivada para obter alimentos, ou aumentar as emissões de carbono por meio do desmatamento (Serraj, R. *et al.*, 2018).

Alterações demográficas, bem como o comportamento do consumidor, são outros fatores que influenciam a competição pela biomassa, como alimento e como energia, ameaçando a segurança alimentar. Embora o uso de biomassa para energia e biomateriais (como químicos, plásticos e lubrificantes) constituísse apenas 3% da produção agrícola, em 2015, estima-se que essa parcela cresça - por exemplo, dependendo das políticas de biocombustíveis, estes podem representar quase um quinto da mudança global no uso da terra, durante o período 2015-2035 (Serraj, R. *et al.* 2018).

A médio prazo, é provável que hajam trade-offs entre a produção de bioenergia e a segurança alimentar, e a magnitude desse efeito dependerá tanto da evolução dos biocombustíveis de segunda geração quanto das inovações relacionadas à eficiência energética. O setor florestal também desempenha um papel significativo no fornecimento de biomassa para bioenergia e materiais de base biológica. A disponibilidade de combustíveis fósseis e seu preço em relação ao da biomassa e a disponibilidade de tecnologias de energia renovável são fatores que exercem ou aliviam as pressões, pelo lado da oferta (Serraj, R. *et al.* 2018).

A pesquisa agrícola é, pois, fundamental para lidar com os choques climáticos e modelar sistemas alimentares resilientes ao clima, que levem em conta a complexidade donexo entre água e alimentos. Isso inclui uma mais adequada compreensão do efeito disruptivo das mudanças induzidas pelo clima, nas zonas agroecológicas e nos sistemas de produção, em relação aos tipos de exploração agrícola adotados nacional, regional e globalmente.

6. DEMOGRAFIA E DESEQUILÍBRIOS DEMOGRÁFICOS

Estima-se que, até 2050, 82,4% da população urbana mundial esteja concentrada em países emergentes e menos desenvolvidos (Serraj, R. *et al.*, 2018).

A rápida urbanização e o aumento da renda em muitos desses países, estão alterando as dietas representadas pelo aumento da demanda per capita de produtos pecuários, hortícolas, alimentos processados e pré-cozidos e pela redução da demanda por alimentos básicos tradicionais. Por exemplo, nos países em desenvolvimento, o consumo anual de proteínas de origem animal, deverá aumentar de 28 kg/per capita, para 42 kg/per capita, um incremento estimado de 50%, e, nos países desenvolvidos, de 82 kg/per capita, para 91 kg/per capita (10%), até 2050 (Serraj, R. *et al.*, 2018).

O movimento demográfico das zonas rurais para as áreas urbanas, é uma consequência do crescimento econômico e da transformação estrutural que foi observada nas economias desenvolvidas. O mesmo fenômeno se observa, atualmente, nas economias emergentes, e nas menos desenvolvidas, notadamente na África Subsaariana, impulsionado pelo estado precário do setor agrícola e pela crescente desigualdade salarial urbano-rural, fatores com reflexos diretos na população rural mais jovem (Serraj, R. *et al.*, 2018).

A degradação ambiental e os impactos das mudanças climáticas contribuem para a expansão descontrolada das migrações das áreas rurais. Algumas projeções sugerem que houve um incremento de, aproximadamente, 0,8%, a 1,2%, nas migrações intra e inter países e regiões, nos últimos 10 anos. Estima-se que, aproximadamente, 143 milhões de pessoas foram forçadas a migrar de determinadas regiões da África Subsaariana e Sul da Ásia, devido aos eventos climáticos extremos (Serraj, R. *et al.*, 2018).

Em países onde o crescimento populacional urbano é alto, sendo a agricultura a principal fonte de renda, observa-se uma concentração da produção de subsistência em áreas mais remotas e desfavorecidas, muito distantes dos mercados consumidores. Na ausência de investimentos e políticas de apoio, há risco de que os agricultores de subsistência sejam incapazes de se integrar nas cadeias de valor comerciais e sejam forçados a se mudar para terras marginais, sem trabalho, aumentando consideravelmente a insegurança alimentar nas cidades (Serraj, R. *et al.*, 2018).

Dadas as projeções de que as mudanças climáticas alterarão os padrões climáticos sazonais, com fortes reflexos nas migrações intra e inter países e regiões, as mesmas tenderão a afetar os sistemas alimentares regionais, aumentando o risco de estabilidade da produção e da renda rural dependente da agricultura. As migrações de desabrigados e famintos e suas implicações para os meios de subsistência rural, peri-urbanos e urbanos, sob as pressões demográficas e climáticas projetadas, requerem mais atenção (Serraj, R. *et al.*, 2018).

Maior integração comercial global e economias emergentes mais abertas aumentarão a necessidade de aumentar a competitividade dos sistemas agrícolas domésticos. O comércio internacional pode aliviar os choques de oferta e aumentar a resiliência dos sistemas alimentares. Entretanto, podem haver riscos sistêmicos, como os verificados com a explosão global da epidemia da COVID-19, em 2020, com implicações específicas para os países em desenvolvimento e o consequente aumento da insegurança alimentar.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta Nota Técnica apresenta, resumidamente, uma narrativa englobando as principais tendências transformadoras dos sistemas agroalimentares globais. Mudanças demográficas, o envelhecimento populacional, os novos paradigmas de consumo alimentar, a serem influenciados pelas novas gerações de consumidores, a mais estreita interface entre saúde humana, tecnologias e sistemas alimentares, a urbanização acelerada, as novas tecnologias, muitas delas disruptivas e o crescimento exponencial do uso da Internet e da hiperconectividade, são alguns dos principais componentes das tendências que afetarão os sistemas alimentares do futuro.

Enfatizou-se que, muito embora existam argumentos de que a produção global de alimentos será capaz de alimentar a população de 9,8 bilhões de pessoas, estimada para 2050, estes não são sólidos e sustentáveis, haja vista o choque ocorrido nas cadeias globais de alimentos devido aos efeitos da pandemia da Covid-19. Apesar de atualmente se produzir alimentos em quantidade suficiente para todos, o número de pessoas famintas e subnutridas em todo o mundo revela que a abordagem é inadequada.

A rápida urbanização, o incremento da renda e a consequente demanda crescente por alimentos, tanto em quantidade quanto em diversidade, proporcionarão uma nova oportunidade de evolução para o setor agrícola nos países emergentes e em desenvolvimento. O aumento da demanda urbana por produtos agrícolas de alto valor, como frutas, verduras, carne, ovos e leite, gera oportunidades para as pequenas propriedades diversificarem a produção e obterem melhores rendimentos econômicos, participando de cadeias de valor. Havendo essa evolução, estima-se que, para os pequenos agricultores nos países em desenvolvimento, haja uma confirmação no entendimento de que a agricultura é sustentável (van der Duin, P. e den Hartog, S., 2018).

As mudanças climáticas e a degradação ambiental foram abordadas como megatendências extremamente preocupantes em razão do seu potencial de agravar rupturas na produção de alimentos, particularmente em relação ao uso dos recursos hídricos. O enorme impacto no fornecimento de alimentos será agravado pela crescente escassez global de água potável. Sul da Ásia e da África serão as regiões mais sujeitas ao risco de estresses hídricos, muito embora a América Latina, particularmente a América Central e o Caribe, estejam altamente vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas nas próximas décadas.

Modelos efetivos de agregação de valor, objetivando vincular pequenas propriedades a cadeias de valor do agronegócio, continuarão sendo uma área importante da pesquisa aplicada. As tecnologias para melhorar a qualidade e a segurança dos alimentos e reduzir o desperdício também podem melhorar a integração dos produtores aos mercados, especialmente para produtos voltados para as cadeias de valor dos alimentos urbanos. Avanços tecnológicos disruptivos são mais prováveis de ocorrer em eficiências de uso de recursos agrícolas, como energia e água, e em operações pós-colheita para aumentar a vida útil e a qualidade da produção agrícola e a segurança alimentar (van der Duin, P. e den Hartog, S., 2018).

A capacidade dos pequenos produtores de participar em mercados agrícolas é determinada pelos custos de transação, ou pelos custos de acessarem bens e serviços. Atender aos padrões de qualidade e segurança exigidos pelas modernas cadeias de valor agroalimentares aumentam, porém, os custos de comercialização. Estes, por sua vez, podem limitar a capacidade dos pequenos produtores de participar efetivamente dos mercados, dificultando a comercialização. O aumento da integração do comércio global e a abertura das economias emergentes será fundamental, pois tem o potencial de aumentar a competitividade das pequenas propriedades.

Argumentou-se também que as políticas agrícola e alimentar necessitam se tornar mais holísticas, operando com o nexos produtividade-meio ambiente-saúde humana. Os sistemas alimentares para os próximos 30 anos, se apoiarão em uma estrutura de políticas orientadas a impulsionar a sustentabilidade, aliviando a pressão sobre os sistemas estressados e levando a um foco maior no cuidado ambiental. Essa política integrada de alimentos ajudará a promover a intensificação sustentável e, ao mesmo tempo, garantir a segurança nutricional, à medida que a produtividade dos fatores aumente, e as dietas se diversifiquem ainda mais, nas economias emergentes.

A questão abrangente é como a pesquisa e a política agrícola podem e devem se reorientar para enfrentar esses desafios e oportunidades. Os futuros acontecimentos podem ser impulsionados por fatores como a crescente demanda urbana por diversificação e diversidade alimentar, ou impulsionados pela tecnologia, como o crescente papel das TICs e outras inovações disruptivas, como a automação e robótica. Enfatizou-se, porém, que inovações transformadoras e ferramentas modernas, muitas vezes não são projetadas para o uso dos pequenos produtores. A adaptação a escalas menores é um grande desafio para a pesquisa agropecuária.

Inovações para melhorar a eficiência de uso de insumos, agricultura inteligente e de precisão são exemplos de áreas prioritárias de pesquisa, fundamentais para possibilitar a modernização, aumento da produtividade e competitividade, e sustentabilidade da agricultura do futuro. E, quando o tema envolve a pesquisa agrícola e a inovação chama-se a atenção para as tendências que se observam em relação ao locus da pesquisa científica e da inovação, o qual está se movendo rapidamente de laboratórios de institutos nacionais de pesquisa e universidades do setor público, para empresas multinacionais de biociências. Essa tendência provavelmente continuará no futuro. Sistemas nacionais de pesquisa e inovação agropecuária, envolvendo a academia e organizações como a Embrapa, e sistemas internacionais como o CGIAR, necessitam se concentrar cada vez mais em sua vantagem comparativa em áreas onde os investimentos do setor privado são limitados.

Finaliza-se ressaltando a importância da continuidade e atualização dos estudos de megatendências dos sistemas agroalimentares globais, em empresas de ciências e pesquisas agrícolas, como é o caso da Embrapa.

Prospecções contínuas são fundamentais para decisões estratégicas conscientes em tempos de mudanças aceleradas, incertezas e desafios, muitos deles disruptivos. A contínua prospecção de horizontes e seus diferentes cenários, a identificação precoce das principais tendências e sinais de mudanças, e uma compreensão das tendências e que respostas são necessárias agora e no futuro são fundamentais na tomada de decisões estratégicas que otimizem o desempenho de instituições de pesquisa e inovação e que lidam com esses desafios evolutivos dos processos de desenvolvimento.

Projetar os acontecimentos futuros para os próximos 30 anos é extremamente desafiador e arriscado. As pressões de crescimento populacional, urbanização, novas tecnologias, muitas delas altamente disruptivas, diversificação de dietas e mudanças climáticas trouxeram preocupações sobre a segurança alimentar de volta à agenda política global. Quaisquer decisões políticas implementadas agora devem levar em conta tanto as desvantagens das políticas do passado quanto os desafios do futuro. Em conclusão, torna-se premente identificar novas políticas públicas que respondam às ameaças e oportunidades que estão por vir e que criem sistemas alimentares mais sustentáveis para o planeta.

REFERÊNCIAS

Fitch Solutions (2020)¹. **Towards 2050: Megatrends in Industry, Politics and The Global Economy**. 2020 Edition. 202p. Fitchwire. Abril 2020. Acessível em https://app.fitchconnect.com/search/research/article/BMI_E4DF9DFD-F50A-405A-A41D-446482AD0DA9. Acesso em 02 de junho de 2020.

Fitch Solutions (2020)². **Agribusiness Megatrends to 2050: Disruption Ahead on Multiple Fronts for One of World's Oldest Industries**. Fitchwire. Abril 2020. Acessível em https://app.fitchconnect.com/search/research/article/BMI_209788E6-E5F9-44AE-A242-7929005B9277. Acesso em 09 de junho de 2020.

Fitch Solutions (2020)³. **Megatrends Survey 2020: IoT and Shift to the Low Carbon Economy Seen as Biggest Industry Disruptors**. Fitchwire. Abril 2020. Acessível em https://app.fitchconnect.com/search/research/article/BMI_0ECA2253-E716-46AF-9DE7-40B3CFE1871B. Acesso em 11 de junho de 2020.

Fitch Solutions (2020)⁴. **Agribusiness Company Strategy**. Fitchwire. Junho 2020. Acessível em https://app.fitchconnect.com/search/research/article/BMI_5B7114F0-8BF0-453A-B753-C3E65E21280D. Acesso em 11 de junho de 2020.

Fitch Ratings (2020). **Global Economic Outlook: Crisis Update May 2020**. Fitchwire. Maio 2020. Acessível em https://app.fitchconnect.com/search/research/article/RPT_10123265. Acesso em 11 de junho de 2020.

FAO (2017). *The future of food and agriculture: trends and challenges*. FAO, 2017. Acessível em: <http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf>. Acesso: 12 de junho de 2020.

Global Panel (2020). **COVID-19: safeguarding food systems and promoting healthy diets**. Policy Briefing No. 14. London, UK: Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition. Junho 2020. Acessível em: <https://www.glopan.org/resources-documents/covid-19/>. Acesso em 29 de junho de 2020.

Hawkes, C. (2020). **COVID-19 and the promise of food system innovation**. IFPRI Blog: Guest Post. Junho 2020. Acessível em: <https://www.ifpri.org/blog/covid-19-and-promise-food-system-innovation>. Acesso em 19 de junho de 2020.

Huang, Y. e Brown M.E. (2018). *Advancing to the Next Generation of Precision Agriculture*. In: *Agriculture & Food Systems to 2050 – Global Trends, Challenges and Opportunities*. World Scientific Series in Grand Public Policy Challenges of the 21st Century. Vol.2. Pages 285-314. Editors Serraj R. (FAO) and Pingali, P. (Cornell University). Dezembro de 2018. Disponível em: <https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/11212#t=suppl>. Acesso: 16 de junho de 2020.

ISPC. (2018). *Agriculture & Food Systems to 2050 – Global Trends, Challenges and Opportunities*. World Scientific Series in Grand Public Policy Challenges of the 21st Century. Vol.2. Editors Serraj R. (FAO) and Pingali, P. (Cornell University). Dezembro de 2018. Disponível em: <https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/11212#t=suppl>. Acesso: 16 de junho de 2020.

Ingram, J. e Zurek, M. (2018). *Food Systems Approaches for the Future*. In: Agriculture & Food Systems to 2050 – Global Trends, Challenges and Opportunities. World Scientific Series in Grand Public Policy Challenges of the 21st Century. Vol.2. Pages 547-568. Editors Serraj R. (FAO) and Pingali, P. (Cornell University). Dezembro de 2018. Disponível em: <https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/11212#t=suppl>. Acesso: 16 de junho de 2020.

Langridge, P. (2018). *Innovation in Breeding and Biotechnology*. In: Agriculture & Food Systems to 2050 – Global Trends, Challenges and Opportunities. World Scientific Series in Grand Public Policy Challenges of the 21st Century. Vol.2. Pages 245-284. Editors Serraj R. (FAO) and Pingali, P. (Cornell University). Dezembro de 2018. Disponível em: <https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/11212#t=suppl>. Acesso: 16 de junho de 2020.

Maggio, A., Scapolo, F., Crekinge, van T., e Serraj R. (2018). *Global Drivers and Megatrends in Agri-Food Systems*. In: Agriculture & Food Systems to 2050 – Global Trends, Challenges and Opportunities. World Scientific Series in Grand Public Policy Challenges of the 21st Century. Vol.2. Pages 47-84. Editors Serraj R. (FAO) and Pingali, P. (Cornell University). Dezembro de 2018. Disponível em: <https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/11212#t=suppl>. Acesso: 16 de junho de 2020.

Pingali, P. e Aiyar, A. (2018). *Food, Agriculture and Nutrition Policy: Looking Ahead to 2050*. In: Agriculture & Food Systems to 2050 – Global Trends, Challenges and Opportunities. World Scientific Series in Grand Public Policy Challenges of the 21st Century. Vol.2. Pages 609-654. Editors Serraj R. (FAO) and Pingali, P. (Cornell University). Dezembro de 2018. Disponível em: <https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/11212#t=suppl>. Acesso: 16 de junho de 2020.

RaboResearch Food & Agribusiness (2020)¹. **China's Gradual Recovery from Coronavirus**. Abril 2020. 3p. Publicado por RaboResearch Food & Agribusiness. Acessível em: <https://research.rabobank.com/far/en/sectors/consumer-foods/chinas-gradual-recovery-from-coronavirus.html>. Acesso: 20 de abril de 2020.

RaboResearch Food & Agribusiness (2020)². **Further Assessing the Impact and Implications of Coronavirus on China's F&A**. Março 2020. 8p. Acessível em: <https://research.rabobank.com/far/en/sectors/regional-food-agri/further-assessing-the-impact-and-implications-of-coronavirus-on-chinas-f-and-a.html>. Acesso em 05 de março 2020.

Serraj, R., Krishnan, L. e Pingali, P. (2018). *Agriculture and Food Systems to 2050: A Synthesis*. In: Agriculture & Food Systems to 2050 – Global Trends, Challenges and Opportunities. World Scientific Series in Grand Public Policy Challenges of the 21st Century. Vol.2. Pages 03-46. Editors Serraj R. (FAO) and Pingali, P. (Cornell University). Dezembro de 2018. Disponível em: <https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/11212#t=suppl>. Acesso: 16 de junho de 2020.

van der Duin, P. e den Hartog, S. (2018). *Disruptive Futures: Prospects for Breakthrough Technologies*. In: Agriculture & Food Systems to 2050 – Global Trends, Challenges and Opportunities. World Scientific Series in Grand Public Policy Challenges of the 21st Century. Vol.2. Pages 315-350. Editors Serraj R. (FAO) and Pingali, P. (Cornell University). Dezembro de 2018. Disponível em: <https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/11212#t=suppl>. Acesso: 16 de junho de 2020.