



Textos para Discussão

O SISTEMA AGROALIMENTAR GLOBAL
E BRASILEIRO FACE À NOVA FRONTEIRA
TECNOLÓGICA E ÀS NOVAS DINÂMICAS
GEOPOLÍTICAS E DE DEMANDA



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

GOVERNO FEDERAL

Presidente da República
Jair Bolsonaro

Ministro da Saúde
Marcelo Queiroga

Presidente da Fundação Oswaldo Cruz
Nísia Trindade Lima

SAÚDE AMANHÃ

Coordenação geral
Paulo Gadelha

Coordenação Executiva
José Carvalho de Noronha

Coordenação Editorial
Telma Ruth Pereira

Apoio técnico
Natalia Santos de Souza Guadalupe

Normalização bibliográfica
Monique Santos

Projeto gráfico, capa e diagramação
Robson Lima — Obra Completa Comunicação

TEXTOS PARA DISCUSSÃO

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos desenvolvidos no âmbito do Projeto Saúde Amanhã, disseminando informações sobre a prospecção estratégica em saúde, em um horizonte móvel de 20 anos.

Busca, ainda, estabelecer um espaço para discussões e debates entre os profissionais especializados e instituições do setor.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade do autor, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Fiocruz/MS.

O projeto Saúde Amanhã é conduzido pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) no contexto da “Estratégia Fiocruz para a Agenda 2030”/Fiocruz.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

URL: <http://saudeamanha.fiocruz.br/>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

W686s Wilkinson, John

O sistema agroalimentar global e brasileiro face à nova fronteira tecnológica e às novas dinâmicas geopolíticas e de demanda /John Wilkinson. – Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2022.

49 p. – (Textos para Discussão; n. 85)

Bibliografia: p. 43-49.

I. Alimentação. 2. Sistema Agroalimentar. 3. Tecnologia. 4. Brasil. I. Wilkinson, John. II. Fundação Oswaldo Cruz. III. Título. IV. Saúde Amanhã.

CDU: 338.439:631.17

Textos para Discussão
Nº 84

O SISTEMA AGROALIMENTAR GLOBAL E BRASILEIRO FACE À NOVA FRONTEIRA TECNOLÓGICA E ÀS NOVAS DINÂMICAS GEOPOLÍTICAS E DE DEMANDA

John Wilkinson

Este documento serviu como pano de fundo para os temas específicos tratados durante o Seminário “O Brasil depois da pandemia – Alimentação e nutrição: perspectivas na segurança e soberania alimentar”, realizado em 29 e 30 de novembro de 2021, na Fiocruz.

Rio de Janeiro, Fevereiro 2022

AUTOR

John Wilkinson

Graduação pela Universidade de Bristol (1965), Mestre pela Universidade de Liverpool (1977) e Doutor em Sociologia pela Universidade de Liverpool (1982). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro no Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade (CPDA/UFRRJ).

SUMÁRIO

Introdução	7
Como Entender a Inovação no Sistema Agroalimentar nos Anos 80 e 90?	8
Uma Nova Onda de Inovação num Novo Contexto Geopolítico e de Demanda	13
Alternativas à Proteína Animal	13
A Agricultura Vertical e a Agricultura “Indoor”	18
China – o Pivô da Reestruturação do Sistema Agroalimentar Global	25
China: as Tecnologias “Disruptivas” e as Inovações em Torno da Agricultura Vertical e da Cadeia de Proteína Anima	31
O Brasil Face ao Fim do Reinado da Soja e da Pecuária	35
Conclusões	41
Referências Bibliográficas	43

O SISTEMA AGROALIMENTAR GLOBAL E BRASILEIRO FACE À NOVA FRONTEIRA TECNOLÓGICA E ÀS NOVAS DINÂMICAS GEOPOLÍTICAS E DE DEMANDA

1. INTRODUÇÃO

A partir da segunda década do novo milênio, a literatura acadêmica e de políticas identifica a difusão de uma nova fronteira tecnológica e de inovação (Liao et al., 2017). Liderada pela digitalização, entendida como um conjunto que integra *big data analytics*, *machine learning*, *inteligência artificial* (AI), e robótica, ela inclui também avanços na genética, na nanotecnologia e em novos materiais, todos organizados sob a égide da digitalização. O centro de atenção tem sido a indústria e as implicações profundas para a realocação produtiva e de emprego, mas os seus impactos sobre o sistema agroalimentar não são menores. Um indicador do poder disruptivo dessas tecnologias é a entrada nos mercados agroalimentares de grandes players do mundo digital, aos quais se combinam os esforços das tradicionais empresas líderes para internalizar essas novas competências estratégicas. Em todos os elos da cadeia agroalimentar, IBM, Google, Microsoft, Amazon e empresas afins contestam a hegemonia de empresas líderes como a Monsanto/Bayer e a Deere a montante até a Walmart a jusante. A integração global do “consumidor” nessa dinâmica de inovação via telefones celulares individuais acelera processos de adoção e difusão em todas as atividades agroalimentares, seja no campo ou nas cidades (Wilkinson, 2019).

Por outro lado, durante mais de uma década, a China, e outros mercados emergentes, sobretudo na Ásia e no Oriente Médio, deslocam o eixo dos fluxos comerciais e da demanda alimentar da Europa e dos Estados Unidos. O mercado global das commodities agrícolas é hoje dominado pela demanda chinesa, sobretudo no que diz respeito aos produtos da dietary transition (carnes e rações), consequência da rápida urbanização por que a China está passando, mas também por demandas de produtos mais sofisticados da sua classe média, que já é calculada em 400 milhões de pessoas e se encontra ainda em vigoroso crescimento. Assim, o valor do consumo doméstico de alimentos na China já supera o dos Estados Unidos. Não se trata, portanto, apenas de mudanças fundamentais nos fluxos globais de produtos agroalimentares, mas de uma reorientação dos investimentos das grandes empresas líderes do sistema agroalimentar em direção à China e aos outros países emergentes.

Como o Japão nas décadas de setenta e oitenta, mas agora numa escala que coloca em questão a hegemonia do sistema agroalimentar consolidada desde as últimas décadas do século dezenove, primeiro pelas empresas e políticas de Inglaterra e Europa, depois pelas dos Estados Unidos, a China não apenas se torna o maior mercado alimentar, mas contesta a liderança do sistema agroalimentar globalmente. Por um lado, empresas chinesas brigam pela liderança em todos os elos deste sistema (China Chem – insumos; COFCO – trader processadora; Suning Holding Group – varejo). Além disso, com as suas empresas Alibaba e Tencents, entre outras, a China também contesta a liderança na digitalização do varejo e da logística. Por outro lado, com

base na iniciativa “Belt and Road”, a China está transformando os fluxos comerciais e abrindo novas oportunidades de fontes de abastecimento de commodities agrícolas, sobretudo na Ásia e na Rússia (Wilkinson, Garcia & Escher, 2022).

Mesmo que a China agora conteste a liderança do sistema agroalimentar, o novo modelo de inovação surgiu no contexto do Norte e com características muito específicas. Podemos identificar três grandes ondas de inovações no sistema agroalimentar. A primeira, a chamada “revolução verde”, foi conduzida por uma rede pública internacional de pesquisa agrícola visando a produtividade agrícola acoplada ao uso de insumos químicos e de irrigação. A segunda, a dos transgênicos, foi liderada pelo setor privado, mas também visando o desempenho agrícola num modelo que integra a genética e a química com novas práticas agrícolas, favorecendo a produção em grande escala. A terceira onda em curso hoje, porém, parte de empresas do tipo *start-ups* financiadas por capital de risco e cujas agendas são os desafios da alimentação e não necessariamente da agricultura. Assim, como prioridade nessa agenda temos a promoção de carnes alternativas, seja de proteínas vegetais, analisadas por sistemas big data, ou de clean meat, pela multiplicação de células sem a necessidade de abate ou de rações, substituídas por nutrientes. Temos também, em colaboração com pesquisadores e planejadores de “cidades verdes” e de *smart cities*, a exploração de sistemas de agricultura vertical, projetadas para o ambiente urbano.

Embora essas inovações tenham surgido no Norte e nos Estados Unidos, que detêm amplos recursos agrícolas, elas visam um contexto em que esses recursos já estão, globalmente, escassos (Oriente Médio, Cingapura), ou escasseando pelo avanço da urbanização e da interligação de sistemas viários e pelas mudanças climáticas (China). Alguns analistas avaliam que a partir da década de 2030, a capacidade de escala e a competitividade de preços desses exemplos radicais de alimentos sem agricultura vão colocar em questão sistemas tradicionais de produção de carnes e verduras (RethinkX, 2017).

As inovações apontadas acima podem encontrar barreiras nos movimentos sociais em torno do consumo, como aconteceu no caso dos transgênicos. Por outro lado, as tendências mais notáveis nas últimas décadas, em relação ao consumo, são os avanços de vegetarianismo e veganismo, motivados por considerações de saúde, mas amparados também numa preocupação crescente com os impactos da cadeia de proteína animal para as mudanças climáticas.

Sem recorrer aos cenários mais apocalípticos, é possível pensar que o conjunto das transformações apontadas aqui seja suficiente para modificar a dinâmica das tradicionais cadeias globais de commodities agrícolas. Assim, nesse capítulo examinamos a nova onda de inovações tecnológicas no contexto das transformações geopolíticas em curso no sistema agroalimentar, impulsionadas sobretudo pela centralidade que a China já assume. Um foco específico da nossa análise é o impacto dessas transformações sobre as cadeias globais de proteína animal, tão centrais para as Américas como um todo e muito especialmente para o Cone Sul e o Brasil.

2. COMO ENTENDER A INOVAÇÃO NO SISTEMA AGROALIMENTAR NOS ANOS 80 E 90?

Há uns quarenta anos atrás vislumbramos nas técnicas de engenharia genética o início de um processo de inovação radical no sistema agroalimentar, onde haveria uma substituição inédita da agricultura pelo biorreator e pela fermentação, cujas referências mais avançadas eram a proteína unicelular, os aminoácidos e as micoproteínas para substituir carnes e peixes. Isso

seria acompanhado por uma implosão das cadeias de commodities transformadas em biomassa intercambiável em refinarias polivalentes, capazes de suprir vários destinos – alimentos, matéria-prima e energia (Goodman, Sorj & Wilkinson, 1987). A cana-de-açúcar foi a primeira cadeia a sofrer os seus efeitos com o desenvolvimento de xarope de milho de alta frutose, (HFCS), a partir da hidrólise de milho e o desenvolvimento de adoçantes sintéticos. Atraídas por essas possibilidades, empresas de fora do setor agroalimentar se empenharam em desenvolver esses mercados – ICI, General Electric. Novas tradings surgiram abraçando as biotecnologias no intuito de reestruturar as cadeias de commodities – Ferruzzi na Itália sendo a mais ousada. *Start-ups* do Vale do Silício despontaram com tecnologias para revolucionar as cadeias tradicionais, com a Calgene na liderança, prometendo eliminar os problemas de perecibilidade na cadeia de produtos frescos (Wilkinson, 1993).

Alguns desses avanços se tornaram permanentes, sobretudo na produção e no uso de enzimas e leveduras geneticamente modificadas. Por outro lado, as crises que levaram a quadruplicar os preços de petróleo e das commodities nos anos 70 minaram as perspectivas de alternativas competitivas na cadeia proteica. Mais importante, portanto, foi o surgimento de movimentos sociais, tanto no lado da agricultura, quanto no de consumo alimentar, que se opuseram à utilização de engenharia genética no sistema agroalimentar, sobretudo na União Europeia, onde a sociedade civil tem forte representação. O estudo de Harvey, Quilley & Beynon (2002) sobre os tomates tipo flavor savor da Calgene, que prometeram uma vida de prateleira mais longa sem perda de sabor, capta bem esse novo momento. Isso, por sua vez, refletia as transformações fundamentais no próprio sistema agroalimentar, onde o poder econômico do setor do varejo estava se consolidando e se impondo em relação à indústria alimentar e às tradings com base numa articulação mais fina com a demanda.

O duplo impedimento da evolução dos preços das commodities e da forte oposição por parte dos movimentos sociais, respaldados por setores do varejo e finalmente consagrados em regulações restritivas da União Europeia, reduziu as “promessas” das novas biotecnologias às sementes transgênicas, sobretudo da soja, do milho e do algodão. Assim, restritas aos setores a montante, as empresas agroquímicas engoliram *Start-ups*, como Calgene e Agrigenetics, e estimularam um novo padrão de agricultura de commodities na forma de *megafarms*, exacerbando tendências de monocultura, de expulsão de comunidades indígenas e de produtores familiares, e de esvaziamento do campo com a redução também da sua biodiversidade.

Nos anos noventa, dois tipos de análise do sistema agroalimentar predominaram. Por um lado, houve um foco nos processos de concentração econômica, em grande parte associado a estudos norte-americanos, sobretudo dos setores de sementes e de química, e, também da indústria alimentar, como resultado da onda de *mergers* e *hostile takeovers*, que fazia parte da transição mais geral de um modelo de capitalismo stakeholder para *shareholder*, exclusivamente orientado aos acionistas. A globalização e a crescente financeirização da economia foram vistas como aceleradoras desse controle de oligopólio do sistema agroalimentar global (ETC, 2017, McMichael, 2005).

Por outro lado, liderados por estudiosos europeus, e focando mais o impacto de transformações variadas na demanda alimentar (declínio no consumo per capita de commodities básicas nos países do Norte, envelhecimento da população, preocupação com questões de saúde e do meio ambiente), foi identificada uma “virada em direção à qualidade”, caracterizada por um esforço por parte da indústria alimentar de buscar crescimento via a segmentação dos mercados e a diferenciação dos produtos. O que tinha impulsionado o crescimento no pós-guerra – escala,

padronização, custos unitários – agora cedeu a esforços de reativar a demanda apelando para qualidades diferenciadas (Allaire & Boyer 1995, Valceschini & Nicolas, 1995). Embora a indústria alimentar adotasse estratégias chamadas de *delayed innovation*, em que a diferenciação do produto se limita a modificações no final do processo produtivo (ingredientes, aditivos, embalagens), o apelo pela qualidade abriu uma “caixa de pandora”, onde noções de qualidade levaram a questionar mais a fundo o padrão dominante do sistema agroalimentar.

Nessas duas interpretações das transformações no sistema agroalimentar, os atores dominantes ou simplesmente reforçaram o seu poder de oligopólio, primeiro num eixo Atlântico e depois globalmente, ou mantiveram esse poder ao se adaptar a novas dinâmicas de demanda. Mas os movimentos contra os transgênicos, que mobilizaram atores tanto rurais, como urbanos e o seu sucesso em limitar a difusão das novas biotecnologias, apontaram para mudanças mais profundas na relação de forças, agora operando no sistema agroalimentar como um todo. Hoje, olhando em retrospectiva, podemos interpretar a oposição aos transgênicos como um componente de movimentos mais abrangentes que exigiam “uma virada para a qualidade”, que não se limitava a mudanças cosméticas ao fim do processo produtivo, mas que levasse em conta preocupações mais a fundo – de saúde, de justiça, de meio ambiente, de tradições alimentares – que diziam respeito ao conteúdo dos alimentos e das suas condições de produção.

Assim, ao invés de olhar as mudanças a partir da ótica dos atores dominantes, podemos interpretar os anos 80 e 90 como o início de uma contestação do sistema agroalimentar, que toma a forma original de novos movimentos sociais e econômicos visando a construção de mercados alternativos e que encontram eco nas preocupações sociais e políticas de outros setores da sociedade em torno da saúde pública, individual e do meio ambiente. Tudo isso sucede num período em que o eixo do poder econômico no sistema agroalimentar se desloca para o grande varejo. Diferentemente da indústria alimentar e mais ainda do setor agroindustrial das *tradings*, o setor de varejo não nasce a partir da oferta específica de um produto ou cadeia e, portanto, se mostra mais flexível nas suas estratégias de potencializar a demanda. Por isso, setores do varejo podiam se comprometer contra os transgênicos e ver novas oportunidades nos mercados sendo criadas pelos movimentos sociais.

No seu trabalho, “O Novo Espírito do Capitalismo”, Boltanski e Chiapello (1999) identificam duas linhas de crítica social ao capitalismo que surgem a partir dos anos 60 – a crítica estética e a crítica ética. Segundo esses autores, o novo espírito de capitalismo resulta dos esforços de endogenizar essas críticas e o sistema agroalimentar exemplifica com clareza esse processo. No lado ético, a crise que atingiu o comércio das *commodities* agrícolas no final dos anos 70 levou à promoção de uma concepção de comércio justo, primeiro no setor do café, que mundialmente agrega o maior número de pequenos produtores, para depois se estender a outras cadeias – banana, laranja, cacau – incluindo também matérias-primas industriais (algodão) e os produtos artesanais de comunidades rurais. Uma articulação global de redes sociais conseguiu propulsionar mercados alternativos unindo organizações de camponeses no Sul a lojas dedicadas de comércio justo no Norte e, posteriormente, entrar no consumo mainstream a partir da adesão de setores do varejo, sobretudo na Suíça e na Inglaterra. Durante décadas a indústria alimentar, com destaque para a Nestlé, insistiu na sua promoção de “qualidade” como alternativa para a geração de renda agrícola, para depois promover produtos do comércio justo, iniciativa também assumida pela Starbucks no setor de serviços alimentares (Raynolds, Murray & Wilkinson, 2007).

Essa crítica ética não se limitou ao campo e uma resposta ao desemprego industrial provocado pelo deslocamento global das indústrias para os países do Sul, que afetava sobretudo negros e latinos nos bairros pobres dos Estados Unidos, foi o desenvolvimento do Food Justice Movement, que reivindicava o direito de desenvolver agricultura nas cidades como resposta à insegurança alimentar. Nos anos seguintes, a importância da agricultura urbana seria reconhecida nas políticas públicas, visando a segurança alimentar e nutricional nas cidades onde está sendo integrada com políticas ambientais de ajustar a vida urbana aos tempos de mudanças climáticas.

No Brasil, os movimentos éticos, no contexto do fim da ditadura militar e do ressurgimento da democracia, abrangiam a reivindicação de direitos sobre a terra e sobre territórios visando a produção alimentar para consumo próprio e para os mercados domésticos. Mais de um milhão de famílias foram assentadas nas políticas de reforma agrária e muitos territórios dos povos indígenas, de quilombolas e comunidades tradicionais foram reconhecidos. Os movimentos sociais que ampararam essas reivindicações incorporaram, cada vez mais, aspectos da crítica estética na promoção de produtos orgânicos e ecológicos, na valorização da sustentabilidade e no desenvolvimento de relações diretas com os consumidores nas feiras livres. Mesmo adentrando mercados do mainstream, esses produtos reivindicam os seus próprios critérios de “qualidade”, com base em sistemas de certificação participativa.

A crítica estética assumiu uma importância fundamental no desenvolvimento de mercados alternativos com destaque para a promoção de orgânicos, mas com extensão para Indicações Geográficas, Produtos e Práticas Sustentáveis de vários tipos, e ao movimento de Slow Food, de novo uma expressão eminentemente urbana, onde é a busca de qualidade no consumo que promove a qualidade na produção. Um componente central da crítica estética foi a contraposição de mercados locais e da produção artesanal às cadeias globais priorizadas pelos atores dominantes do sistema agroalimentar. Essa orientação recebe forte apoio hoje nas políticas e iniciativas que buscam diminuir a pegada de carbono. A integridade territorial na rejeição de monocultura e o uso de agrotóxicos complementa também essa convergência com preocupações sobre o meio ambiente e a biodiversidade.

Sob essa ótica, os elementos centrais nas transformações do sistema agroalimentar nas últimas décadas não foram as novas biotecnologias, as quais podemos juntar a difusão da informática, elemento decisivo no deslocamento do poder econômico em direção ao varejo. Tampouco foram a concentração em oligopólios globais das empresas líderes, ou a globalização e a financeirização das suas atividades. Mais importante tem sido o *mainstreaming* dos valores propagados pelos movimentos sociais nas suas críticas estéticas e éticas ao sistema agroalimentar dominante. Os mercados mais importantes hoje em dia refletem cada vez mais esses valores. As diretrizes de políticas alimentares em quase todos os países expressam esses valores em contraposição ao sistema ainda dominante assentado nas cadeias tradicionais e sobretudo nas cadeias de proteína animal. Hoje, a crítica iniciada nos movimentos sociais se tornou *mainstream*, cuja expressão mais clara foi a publicação em 2019 dos resultados da pesquisa coletiva publicada no Lancet, que concluiu que o sistema alimentar atual é inviável, tanto do ponto de vista da saúde, quanto do meio ambiente e do clima (Willet et al., 2019).

Como este novo contexto internacional caracterizado pela estagnação relativa das commodities e pela “virada para a qualidade” se expressou no Brasil? Por um lado, os anos 80 viram a conquista da fronteira dos cerrados para os grãos, com a adaptação das variedades da soja,

que consagrou a reputação do sistema brasileiro de pesquisa agrícola coordenado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Mesmo assim, a demanda para rações e para a carne vermelha, cujo mercado principal ainda era a Europa, estava perdendo fôlego nessas décadas antes da entrada da China nos mercados. Nesse segmento, a demanda se deslocou para o frango e o Brasil, com as suas empresas Sadia, Perdigão e Ceval, consolidadas a partir da explosão da demanda doméstica, rapidamente se tornou um player internacional concorrendo com os Estados Unidos.

Ao mesmo tempo, o Brasil tinha se adaptado sem grandes percalços às transformações de um país colonial/escravagista/tropical para um país independente integrado aos mercados internacionais com base numa agricultura crescentemente tecnificada e competitiva. Sucessivamente, a borracha do Norte, o algodão e o açúcar do Nordeste foram integrados na modernização conservadora da agricultura em grande escala, cujo eixo agora foi o Sudeste (São Paulo, Paraná e Santa Catarina para aves). Mas com base numa dupla pressão dos técnicos agrícolas, muitos com pós-graduação na França, e das orientações de órgãos internacionais, FAO, Banco Mundial, UNCTAD, houve também um esforço de adaptação à virada da qualidade, que para os países em desenvolvimento se traduzia na promoção de exportações “não tradicionais”, com destaque para frutas, para a busca de uma qualidade diferenciada em produtos como café, e na promoção de indicações geográficas em regiões da produção familiar (Wilkinson & Rocha, 2009). O lançamento do selo e um novo padrão mínimo nacional de qualidade no café, a transformação de regiões de vinho de mesa no Rio Grande do Sul e mais tarde em Santa Catarina para vinhos e espumantes de qualidade, a produção de maçã para exportação em Santa Catarina, e os programas em parceria com a França pela adoção de padrões de qualidade num conjunto de cadeias, especialmente a do queijo, em Minas Gerais, exemplificaram essa nova percepção da integração nos mercados internacionais, bem como novas demandas domésticas.

O desafio maior, porém, foi a promoção de um segmento de frutas tropicais com qualidade para exportação. Aqui não se podia simplesmente construir a partir da agricultura e dos agricultores pré-existentes. Todo um novo modelo precisava ser criado e polos de frutas tropicais foram promovidos em várias regiões do Nordeste, com destaque para o Polo de Petrolina, a cargo da CODEVASF, a Companhia para o Desenvolvimento do Vale de São Francisco. Ao invés da continuidade característica das transições no Sudeste e Sul do país, a construção desses polos envolvia uma ruptura de atores, de processos produtivos, de mercados e de condições edafoclimáticas. Seriam necessárias décadas para consolidar o Brasil como exportador de frutas tropicais, sobretudo de manga, um processo que tem sido alvo já de muitos estudos (Cavalcanti, 1997; Selwyn, 2009).

O que se desprende desse breve resumo é que a inovação é um processo sistêmico e não pode ser analisada apenas a partir de rupturas científico-tecnológicas. As novas biotecnologias – na forma de engenharia genética, cultura de tecidos e inovações nas técnicas de fermentação – abriram o caminho para processos e produtos radicalmente novos. Elas levaram à absorção da indústria de sementes pelos oligopólios químicos globais e, mesmo sendo em grande parte limitadas ao setor de sementes, viabilizaram novas práticas agrícolas (plantio direto), acelerando a mecanização e a emergência do novo modelo de *megafarms* na produção de grãos. Por outro lado, os movimentos e as tendências sociais que frearam a sua maior difusão foram portadores de forças maiores, que afetaram diversos aspectos da demanda alimentar e dos atores mais articulados com esta demanda. Os novos padrões de demanda, que uniam o varejo, setores-chaves da indústria alimentar, os atores em torno da saúde pública (políticos, cientistas) e movimentos

sociais, convergiram para a valorização de produtos naturais, frescos, saudáveis e com conexões diretas com a agricultura e os agricultores, valores tidos como incompatíveis com os “transgênicos” sendo lançados por Monsanto e outras empresas agroquímicas.

3. UMA NOVA ONDA DE INOVAÇÃO NUM NOVO CONTEXTO GEOPOLÍTICO E DE DEMANDA

Na nossa introdução apresentamos as principais características da onda atual de inovação, liderada pelo mundo digital e impulsionada, num primeiro momento, por atores sem atuação no sistema agroalimentar e cujo alvo não é mais a agricultura, mas o alimento no contexto dos desafios globais – população, urbanização, clima, saúde. As novas biotecnologias agora se encontram integradas nas tecnologias de big data e os avanços técnicos em gene editing, que caracterizam essa nova fase das biotecnologias, podem evitar em muitos casos a introdução de genes exógenos e, portanto, talvez os movimentos de rejeição associados aos transgênicos. Diferentemente das duas ondas anteriores de inovação, hoje as rupturas prometidas não se limitam aos setores de insumos agrícolas, mas envolvem centralmente novos produtos alimentares, sobretudo visando a cadeia de proteína animal, bem como a transferência da produção agrícola do campo para a cidade na forma de agricultura vertical.

Na própria agricultura, a sua incorporação na lógica de big data oferece a perspectiva de baixar custos e de aumentar a capacidade de controle em tempo real das práticas agrícolas e do gerenciamento da propriedade. Assim, o conhecimento íntimo do terreno, que tradicionalmente foi uma vantagem da agricultura familiar camponesa, agora se estende às dimensões das mega farms. À medida que os preços baixem para os equipamentos – drones, sensores e software –, a adoção por parte dos grandes produtores acelerará. Mesmo que o sistema público de pesquisa a acompanhe e alimente, essa nova fase de inovação agrícola assume o modelo de polos de start-ups viabilizadas por venture capital e com a presença das gigantes do setor de informática, software e de máquinas agrícolas (IBM, Microsoft, TOTVS, Deere). Conforme esse modelo se consolide, as grandes empresas de insumos e sementes (Monsanto/Bayer, Syngenta/ChinaChem) também se farão presentes.

Assim, por um lado, as novas tecnologias digitais se encaixam como uma luva no modelo de agricultura em grande escala que se firmou com base nos transgênicos e no sistema de plantio direto para a produção de grãos. Por outro, as inovações mais radicais de produtos alimentares, sobretudo na promoção de alternativas à proteína animal – carnes vegetais, carnes celulares, “ovos” e “maionese” sem ovos, leite, inclusive leite materno, sem leite – podem ameaçar a rentabilidade futura dos produtos-chave das mega farms. À luz da nossa análise da dinâmica de inovação deslançada pelos transgênicos, fica claro que o futuro da atual onda de inovações dependerá tanto da viabilidade das tecnologias de processo e de produtos sendo desenvolvidas, como da natureza da demanda e das respostas de setores-chave da sociedade.

4. ALTERNATIVAS À PROTEÍNA ANIMAL

Consideramos, primeiro, as tecnologias orientadas à demanda, que mais ameaçam a agricultura na sua forma tradicional – as alternativas à proteína animal e a agricultura vertical. Já no nosso livro “From Farming to Biotechnology” (Goodman, Sorj & Wilkinson, 1987), além

da proteína unicelular, identificamos o desenvolvimento de produtos que imitavam a textura e o sabor de carne. Mesmo sendo lançados por uma importante cadeia de supermercados, Sainsbury, esses produtos tinham que esperar a segunda década do novo milênio para que uma nova geração de empresas (Impossible Foods, Beyond Meat e Fazenda Futuro no Brasil, entre outras), agora com o apoio do rastreamento de moléculas por sistemas de big data, pudesse consolidar “plant-based meats”, ou seja, carnes à base de plantas, como uma alternativa nos mercados do mainstream. O seu sucesso está levando inclusive à participação das empresas líderes de carnes (Tyson, JBS) e até da Nestlé, empresa líder de alimentos e bebidas. Estimativas sobre o tamanho e o crescimento desse mercado variam, mas a empresa Markets & Markets calcula um valor global de US\$4.3 bilhões em 2020, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 14%, que dobraria o tamanho desse mercado em 2025 (Markets & Market, 2020).

Todos os tipos de carnes (bovina, suína, de frango) são alvos desses produtos alternativos, mas a dificuldade de reproduzir as suas estruturas limita, no momento, o mercado ao leque de burgers, bolinhos e nuggets. Por um lado, isso permite a penetração dessa inovação em mercados populares de massa, capazes portanto de difundir práticas de vegetarianismo (ou de flexitarianismo), diminuindo o consumo de carnes, com reflexos tanto na saúde, quanto no meio ambiente. Por outro, os aspectos nutricionais de alguns desses produtos estão sujeitos a questionamentos e precisam ser avaliados. Além das carnes, todos os tipos de proteína “animal” estão na mira, como substitutos para leite e derivados (queijos, manteigas, sorvetes), ovos (maionese) a até pescados (como no caso da tradicional fish and chips da Inglaterra).

Pela primeira vez desde o surgimento da indústria alimentar (que nos Estados Unidos, deve-se lembrar, foi fortemente influenciada pelo vegetarianismo), essas inovações radicais de produtos estão sendo promovidas por uma nova geração de empresas contestando abertamente as empresas líderes, que têm dominado o sistema agroalimentar desde a segunda metade do século dezenove. Não se trata tampouco de estratégias de nicho, mas que visam os mercados do mainstream, vistos como vulneráveis às transformações na dinâmica global da demanda. Nisso elas estão sendo ajudadas pela entrada de novos players no varejo – Amazon – fundos de investimentos – Gates Foundation, Brin (Google) Wojcicki Foundation – e venture capital –, que permitem acesso às prateleiras dos supermercados e a fontes novas de capital. Ciente da ameaça, as empresas líderes, as “incumbentes” na linguagem da sociologia econômica de Fligstein (2001), ou, mais depreciativamente, as “heritage firms”, correm para se associar a essas novas firmas ou até para lançar os seus próprios produtos “plant-based”.

O caso de Hamilton Creek ilumina o desafio que essa nova geração de empresas alimentares representa para as atuais empresas líderes. A Unilever, que nasceu com base na inovação radical de margarina e minou o mercado de manteiga, se sentiu tão ameaçada pela maionese produzida sem ovos da Hamilton Creek que entrou com um processo para exigir a mudança de nome. O processo não vingou e pouco tempo depois a Unilever lançou a sua própria marca de maionese sem ovos. Mesmo se iniciando nos mercados do Norte, com destaque para os Estados Unidos, esse mercado cresce também nos países emergentes, como na China e mesmo no Brasil, onde o consumo per capita de carnes só perde para os Estados Unidos, a Austrália, a Argentina e, surpreendentemente, para Israel. Beyond Meat já estabeleceu uma planta na China e firmou uma parceria com a Starbucks para a distribuição, e firmas domésticas como Zhenmeat começam a aparecer (Pollard, 2020).

A história da promoção de carne celular, (“clean meat”) é contada com riqueza de detalhes no livro Clean Meat, de Paul Shapiro (2018). Diferentemente das alternativas discutidas acima,

a carne celular se propõe a produzir carne, mas agora sem passar pela criação, engorda e abate de animais que caracterizam essas cadeias hoje. Para vários autores, essa inovação inaugura uma segunda domesticação – depois de domesticar os macroorganismos 10-12.000 anos atrás, hoje iniciamos a domesticação dos microrganismos e a construção do nosso sistema alimentar a partir dos seus componentes celulares. A história se inicia na virada do milênio com os esforços de jovens idealistas, muitas vezes vegetarianos ou veganos, ou simplesmente inconformados com as crueldades do sistema de abate industrial e os danos que infligem ao meio ambiente e ao clima. Entre esses atores está Sergey Brin, da Google, cuja fundação financiou as pesquisas do Dr. Mark Post na Holanda, que levou à primeira degustação em Londres de um burger celular, em 2013, a um custo de mais de US\$300 mil. Mais tarde, o Post reorientou as suas pesquisas e criou uma segunda empresa para a produção de couro celular.

Enquanto isso, a atenção se deslocou para os Estados Unidos e para o indiano Valeti, que se tornou vegetariano face ao sofrimento dos animais nas cadeias de carnes. Cardiologista, Valeti se impressionou de ver os músculos do coração se regenerarem a partir da injeção de células troncos e indagou se não se podia cultivar músculos de carnes da mesma maneira. Convicto dessa possibilidade, Valeti se lançou na produção de carne celular, primeiro a partir de uma empresa com cara científico-tecnológica, Crevi, depois rebatizada para Memphis Meats, quando na busca de funding para a fase de scale-up. O momento foi muito favorável porque, além do sucesso do burger de Post em 2013, formou-se nos Estados Unidos um número de entidades dedicadas exclusivamente à promoção de carne celular, como New Harvest de Matheny e Datar e The Good Food Institute (GFI). Ao mesmo tempo, fundos de investimento e capital de risco se interessaram pelas possibilidades de inovação disruptiva no sistema agroalimentar.

Nesse ambiente, Valeti organizou uma degustação dos seus “dumplings” de carne, custando agora apenas US\$1,200, o que despertou enorme atenção da mídia, levando a um aporte de US\$ 17 milhões com a participação de Bill Gates, Richard Branson e Jack & Suzy Welch e mais significativamente da Cargill. Em 2017, um restaurante em Cingapura anunciou a inclusão de carne celular no seu menu, em colaboração com a start-up norte-americana Eat Just, seguindo uma regulação favorável por parte do Governo. Essa iniciativa foi apoiada por uma infusão de capital da Temasek Holdings, sediado em Cingapura, e que participaria no financiamento de Memphis Meats in 2020, no valor de US\$160 milhões, junto com vários fundos de investimento, bem como a Tyson Foods, visando não apenas scale-up, mas a comercialização do seu frango no curto prazo, apesar dos Estados Unidos não terem ainda regulamentado esse tipo de produto, que exige uma ação conjunta do Departamento de Agricultura americano (USDA) e da agência americana de vigilância sanitária (FDA). Orientada atualmente ao mercado e ao consumidor, a Memphis Meats mudou de novo o seu nome em 2021 para Upside Foods.

Embora a Upside Foods nos Estados Unidos e a Mosa Meat na Holanda sejam as empresas mais próximas à comercialização, existe todo um ecossistema global de start-ups de carne celular. A Quartz identificou 30 dessas empresas no início de 2020, (Quartz, s.d.), enquanto a New Scientist, em maio do mesmo ano, calculou em 60 o total dessas empresas, incluindo as empresas visando cell culture media, a construção de scaffolds para dar estrutura à carne e o desenvolvimento de biorreatores para produção em escala. O Good Food Institute (GFI), no seu mais recente 2020 Report aumenta esse número para “mais de 70”, com mais 40 empresas do setor de life sciences declarando estar desenvolvendo uma linha de negócios em apoio a esse setor. Em 2020, a Quartz e a GFI calcularam em torno de US\$500 milhões o apoio de fundações e capital de risco recebido para o desenvolvimento de carne celular. Das empresas identificadas pelo GFI,

23 das 70 se localizam nos EUA, com mais 15 em países de Europa do Norte. Mais de 30 empresas, por outro lado, são distribuídas entre 19 países dos mais variados, com destaque para Cingapura, Israel e China/Hong Kong. Embora ainda timidamente, o financiamento público começa a apoiar o setor, com exemplos sendo a National Science Foundation nos Estados Unidos, a União Europeia, bem como os governos do Japão e da Austrália.

O futuro desse setor e o impacto que pode ter nas variadas cadeias de proteína animal são temas ainda de grande debate. Rethink, uma empresa de consultoria especializada na análise das tecnologias disruptivas em curso, prevê um colapso das cadeias tradicionais de carnes e lácteos a partir de 2030. Segundo esse estudo a demanda para os produtos de carnes e lácteos tradicionais cairá para 50% em 2030, uma queda de 70% para carne moída e 30% para carnes nobres. A demanda para lácteos também cairá nos mesmos 70% e a substituição em todos os componentes dessas cadeias se acelerará, chegando a 90% em 2035. Por sua vez, a demanda para soja e grãos cairá também em torno de 50%. No lugar dos macroorganismos de animais inteiros estamos entrando numa nova fase de domesticação, agora a partir dos microrganismos. Nas palavras desse Relatório:

“O sistema atual de agropecuária industrializada será substituído por um modelo de “food as software”, onde alimentos são projetados por cientistas a nível molecular e colocados em bases de dados, que podem ser acessadas por designers de comida em qualquer lugar no mundo. O resultado será um sistema de produção alimentar mais distribuído e localizado e mais estável e resiliente que o sistema que ele substitui. O novo sistema de produção será protegido da volatilidade de preços e de volume, que decorre das aleatoriedades das estações, do clima, das secas, das enfermidades e outros fatores políticos, econômicos e naturais. A geografia não mais oferecerá vantagens competitivas. Avançaremos de um sistema centralizado dependente de recursos escassos para um sistema distribuído baseado em recursos abundantes.” (ReThink, Food and Agriculture Report, 2019, p. 4. tradução nossa).

O Good Food Institute (GFI), que se tornou o porta-voz do setor, mesmo destacando os desafios científicos e técnicos, também visualiza o início da comercialização em escala num horizonte de uma década. O Relatório ID TechEx de Michael Dent, numa análise mais cautelosa, projeta que o mercado de carne celular chegará a US\$11.3 bilhões em 2041 (Dent, 2021). Nesse caso, estamos perante a perspectiva do desenvolvimento de vários mercados de nicho, num setor que vale hoje mais de um trilhão de dólares e longe, portanto, da perspectiva disruptiva apresentada pelo grupo ReThink. O desenvolvimento tecnológico está se dando essencialmente no sigilo das empresas, o que dificulta um conhecimento preciso do grau dos avanços em direção ao mercado.

No entanto, os artigos acadêmicos tendem a adotar uma posição cautelosa, se não cética, tanto sobre os prazos para chegar ao mercado, quanto sobre a amplitude do impacto nas cadeias tradicionais de proteína animal. Isso fica bem refletido nos títulos: “Will cell-based meat ever be a dinner staple?” (Dolgin, 2020); “The Myth of Cultured Meat: a Review” (Chriki & Hocquette, 2020); “Cultured meat will not be realistic anytime soon” (Zayner, 2018); “Scale-up economics for cultured meat” (Humbird, 2021). A mais negativa das avaliações é desenvolvida no artigo de Joe Fassler (2021), “Lab-grown meat is supposed to be inevitable. The Science tells a different story”. Por outro lado, um artigo do estado das artes escrito por Mark Post (responsável pelo primeiro burger em 2013) e colegas em 2020, “Scientific sustainability and regulatory challenges of cultured meat”, publicado na Nature Food, adota uma visão cautelosamente otimista:

A produção celular de altos volumes em biorreatores industriais utilizando um médium livre de sêrum é um pré-requisito para a manufatura de carne celular comercial. Os avanços tecnológicos, bem como os investimentos em pesquisa de carne celular, sugerem que a carne de cultura se tornará um produto básico alimentar no futuro próximo. Vemos uma tendência para uma aceitação crescente por parte do público do conceito de carne de cultura nas pesquisas de opinião conduzidas em várias regiões geográficas. (Post et al., 2020, p 415).

A questão da aceitabilidade da carne de cultura nos remete à centralidade da opinião pública, onde a influência dos movimentos sociais e a sociedade organizada podem se tornar decisivos, como vimos no caso dos transgênicos. O sistema agroalimentar, por todas as razões apontadas acima neste capítulo, é especialmente sensível a movimentos em torno da demanda que se estende, nesse caso, ao varejo, cujo poder econômico decorre da relação especial que se estabelece captando e ao mesmo tempo promovendo tendências de consumo. Existem sinais que sugerem que a oposição à carne de cultura pode não ser tão decisiva como no caso dos transgênicos. Uma pesquisa conduzida pela Surveygo para Ingredients Communications em 2018 (Selby, 2018)), concluiu que um terço dos consumidores entrevistados estavam dispostos a testar carne celular, com os Estados Unidos mostrando uma maior disposição.

Como hipótese podemos imaginar que os indivíduos e movimentos mobilizados em torno da noção de um sistema agroalimentar alternativo com base em produtos “naturais” e “locais” terão uma posição contrária. Não surpreende, portanto, que uma destacada crítica do sistema agroalimentar dominante como Marion Nestlé se posicione frontalmente contra, como também organizações como Friends of the Earth e o Consumers Union nos Estados Unidos (Shapiro, 2018). Naturalmente, os lobbies do setor tradicional, como a Animal Agriculture Alliance e a United Soybean Board, também se opõem, muito embora, como vimos, empresas líderes do setor agora participem – Cargill, Tyson, JBS. Michael Pollan, talvez o crítico mais influente do sistema agroalimentar dominante, parece ter uma posição mais nuançada. Ele se pronuncia um fã dos burgers vegetais de Impossible Foods e embora em algumas comunicações ironize a carne celular, na sua resposta a Shapiro (2018) ele se mostra mais aberto: “Em geral, todos os esforços de encontrar substitutos para a carne são louváveis, porque de uma maneira ou outra precisamos reduzir o nosso consumo por razões éticas, morais e do meio ambiente. Não sabemos ainda qual será a melhor solução, dada a amplitude do problema; assim, é melhor desenvolver pesquisa em todas as direções”. Nessa resposta, que enfatiza questões éticas e ambientais mais do que os males específicos do sistema agroalimentar (poder econômico, cadeias longas, ultraprocessoamento, mega farms), podemos vislumbrar, talvez, uma maior abertura para a carne celular por parte de pessoas e movimentos mobilizados em torno do bem-estar animal e o impacto das carnes para a mudança climática.

Um indicador muito significativo nesse sentido é a posição adotada pelo articulista ambiental do jornal inglês The Guardian, George Monbiot, no seu artigo intitulado: “Lab-grown food will soon destroy farming – and save the planet” (2020). No seu estudo “Less is More. Reducing Meat and Dairy for a Healthier Life and Planet”, de 2018, Greenpeace defende o fim do apoio governamental ao setor de carnes e leite, políticas públicas para diminuir o consumo de proteínas animais, bem como a promoção de proteínas vegetais. Numa entrevista dada por Kate Blagojevic, do Greenpeace, ao Sky News em 2021 (Blagojevic, 2021), mesmo argumentando que a carne celular não possa ser vista como uma solução do tipo “bala mágica” e que pode se tornar “uma distração”, ela defende que os governos devem apoiar o desenvolvimento dessa opção. Assim, embora, tenhamos que aguardar o lançamento comercial de carne cultivada para avaliar o grau da sua aceitabilidade, já existem indicações que a recepção pode ser mais favorável do que no

caso dos transgênicos. Cabe aqui esclarecer que a engenharia genética não está sendo usada na produção dessas carnes, embora vários cientistas defendam o seu uso para melhorar os processos (como a enzima modificada geneticamente, quimosina, que está sendo usada na produção de queijos), contanto que seja eliminada do produto final.

5. A AGRICULTURA VERTICAL E A AGRICULTURA “INDOOR”

No nosso livro *From Farming to Biotechnology*, indicado acima, identificamos dois processos na transformação capitalista do sistema agroalimentar a partir do século dezenove. Por um lado, uma dinâmica que chamamos de “substitucionismo”, onde os alimentos assumem contornos cada vez mais industriais por meio da bioquímica de ingredientes e aditivos. A carne celular seria um avanço dramático nesse sentido. A outra tendência seria “apropriacionismo”, onde cada vez mais elementos da atividade agrícola são transformados em insumos, máquinas industriais e sistemas de software. Hoje, a agricultura vertical radicaliza esse apropriacionismo, incluindo até a fotossíntese no uso de sistemas LED de iluminação, e transfere a agricultura para o meio urbano.

Podemos ver, talvez, antecedentes da agricultura vertical nos jardins suspensos de Babilônia, mas o conceito moderno foi desenvolvido pelo microbiologista Dickson Despommier nos anos 90, no decorrer das suas atividades de ensino com estudantes da ecologia da medicina. Dickson calculou que um prédio de trinta andares de agricultura vertical podia alimentar 50.000 pessoas com 2.000 calorias durante o ano inteiro, e o espaço urbano necessário para alimentar a população de Manhattan seria apenas 20% do tamanho do Central Park. Para ele a agricultura vertical representa: “o próximo pulo evolucionário na busca da humanidade para um abastecimento alimentar confiável e sustentável”, (2010). De lá para cá, a ideia pouco a pouco se tornou realidade e, desde 2014, calcula-se que investimentos em agricultura vertical têm chegado a US\$1.8 bilhões. As vendas em 2020 foram US\$3.24 bilhões com a previsão de chegar a US\$24.11 bilhões em 2030, com um crescimento anual (CAGR) de 22,9% (Patil & Baul, 2021). Deve-se acrescentar a isso o segmento de equipamentos para os sistemas de agricultura vertical, que rendia US\$2.5 bilhões em 2017, com um faturamento previsto para chegar a US\$13.6 bilhões em 2024 (Global Market Insights).

A energia e a iluminação são as tecnologias-chaves para a viabilidade da agricultura vertical e tanto General Electric, via a sua subsidiária Current, como Philips, com a sua empresa Signify, estão investindo no sector. A aparente consolidação da agricultura vertical está atraindo, também, atores agroquímicos globais como Bayer, que em parceria com o fundo de investimentos da Cingapura, Temasek, criou a empresa UNFOLD especificamente para fornecer germoplasma de vegetais e frutas apropriado à agricultura vertical (Unfold, s.d.). Ao combinar informação de três sites indicando respectivamente as 7, as 10 e as 25 maiores empresas do setor, identificamos 35 empresas. Ficou evidente que essas pesquisas focalizavam prioritariamente América e a Europa do Norte. Mesmo assim, esse conjunto de empresas, permite vislumbrar o emergente perfil desse setor, embora devamos reconhecer que já há milhares de pequenas empresas de agricultura vertical comercial em atividade e que a questão de escalas ótimas ainda está sendo experimentada.

Em primeiro lugar, temos umas dez empresas de produção comercial em escala, com foco quase exclusivo no mercado de greens, todas financiadas a partir de fundos de investimento e capital de risco e fortemente articuladas com o grande varejo. O segmento de leafy greens

está entre os dez mais importantes produtos alimentares nos Estados Unidos em termos de valor, em torno de US\$22 bilhões e muitos novos produtos estão sendo incorporados. O mercado global de leafy greens, que está na mira dessas empresas, é calculado em torno de US\$100 bilhões, enquanto o mercado global para fresh produce chega a US\$1.3 trilhões, o mesmo valor do mercado global de carnes. Analistas de mercado desse segmento identificam um alto nível de insatisfação na parte dos consumidores, tanto em relação a questões de qualidade e de contaminação, quanto às distâncias entre produção e consumo (em média 5 dias de caminhão entre a Califórnia e a Costa Leste).

A Aero Farms, criada em 2004 em New Jersey, é considerada a líder do setor, embora várias outras empresas reivindiquem a posição da maior planta do mundo, como Spread (2007), do Japão, que produz 30.000 alfaces por dia, e Crop One, em construção nos Emirados Árabes (2011) e Badia Farms, em Dubai. A Aero Farms produz em torno de um milhão de quilos de leafy greens por ano na sua planta em New Jersey e planeja construir uma nova planta, maior ainda, na Virgínia, para depois estabelecer hubs para suprir todas as regiões do país em parceria com os líderes do varejo: Whole Foods Market, ShopRite, Baldor, Amazon Fresh e Fresh Direct. O mantra do setor é de estar a apenas 24 horas de qualquer varejo. Desde 2004, a empresa levantou um total de US\$238 milhões de 14 investidores. Ela é certificada por boas práticas (tanto agrícolas, quanto industriais), de ser livre de GMO e de ser Kosher. A empresa, e o setor como um todo, se destaca pelo peso da P&D, com um rol de patentes e Trade Marks que inclui a criação de um Agregate Nutritional Density Index para demonstrar a qualidade nutricional superior dos seus produtos. Tem uma parceria de P&D com a Cargill para melhor o rendimento do cacau e estabeleceu um centro de pesquisa em Abu Dhabi com vistas aos mercados do Oriente Médio. Durante 2021, a AeroFarms preparou uma fusão com a Special Purpose Acquisition Company (SPAC), Spring Valley para se tornar uma empresa pública, mas no último momento o acordo foi desfeito, o que gerou especulação sobre o seu futuro.

Financiamento não tem faltado para o desenvolvimento desse setor. A Bowery Farming, articulada com Whole Foods e Foragers no varejo, bem como com redes de restaurantes e uma plataforma de venda on-line já recebeu US\$140 milhões de funding desde 2015. A Apple Harvest, a única empresa a se tornar uma empresa pública a partir da fusão com a SPAC Novus Capital, recebeu antes um total de US\$475 milhões de financiamento. Interessante notar que depois de serem cotadas na bolsa as ações de App Harvest despencaram de US\$37.64 para US\$6!! Apesar do seu nome, a novidade da empresa é a sua dedicação à produção de tomates. A Revol Greens, que opera em Minnesota, Texas e Califórnia, também levantou US\$215 milhões em várias rodadas de ofertas. A Brights Farms, de Nova York, que tem uma rede de cinco plantas e se destaca por ter dominada a produção de espinafre, produto muito sujeito a fungos tem recebido um total de US\$212 milhões em financiamento. De novo, trata-se de uma empresa articulada com o grande varejo, nesse caso Walmart, Giant e Metro Market. A Bright Farms também prioriza P&D e dedica 10% das suas atividades ao desenvolvimento de “patented growing solutions”. O seu centro de P&D em Ohio é liderado por um pesquisador que era da Bayer. Diferentemente da Aero Farms e da Apple Harvest, a Bright Farms foi adquirida pela Cox CleanTech Enterprises, uma grande empresa norte-americana que atua em comunicações, mídia e no setor automobilístico, o que garante fontes de financiamento para os seus planos ambiciosos de P&D e de expansão das atividades produtivas.

Ao analisar essas empresas líderes fica claro que não existe ainda um “best practice”, uma norma de boas práticas, no setor. Parece ter uma predominância de métodos aeropônicos, mas

várias empresas operam sistemas de hidroponia. Mais ainda, nem todas as empresas focalizam na verticalidade ou na localização urbana. Para várias empresas se trata de uma nova geração de agricultura de estufa com base na digitalização – combinando o uso de sensores, a Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (AI) e robotização agora em prédios rurais. Desta maneira, pode-se juntar as vantagens do rural (preço da terra) e da natureza (energia solar), evitando as suas limitações – sazonalidade, contaminação, uso de água, clima – bem como os problemas centrais da agricultura vertical urbana – os custos de energia/iluminação e o preço por metro quadrado do espaço urbano.

Há uma diversidade nos tipos de agricultura vertical. Várias empresas (Freight Farms, Agri-Cool, InFarm) se especializam na utilização de contêineres de transporte (from crate to plate), visando a produção para pequenos mercados de nicho – do tipo micro-greens, muito populares em restaurantes. Existem, também, ecossistemas pessoais de agricultura vertical para uso doméstico, como no caso da Urban Crop Solutions, da Bélgica, que oferece soluções domésticas personalizadas e opera também nos Estados Unidos, no Canadá e na Suécia, ou da empresa alemã, Agrilution, cujo equipamento é do tamanho de uma mesa de jantar, um segmento que está atraindo um global player como a Samsung. A comunalidade se encontra no uso de sistemas avançados de digitalização, de controle ambiental, de iluminação LED, gerenciados por programas de software traduzidos frequentemente em aplicativos de smartphone. A demanda para esses dois tipos menores de tecnologia recebeu um forte estímulo com a legalização de cannabis em vários estados dos EUA e na Europa. A Surma, localizada no Colorado, produz water efficient solutions para cannabis, enquanto Ilimitex, da Alemanha, fornece sistemas de iluminação LED para a produção de cannabis na Europa. Cannabis se inclui numa categoria maior de biofármacos e plantas medicinais, ampliando ainda mais as possibilidades de crescimento nesses segmentos de nicho.

Dado o grau de segmentação dos mercados e de diferenciação dos produtos nesse setor como um todo, a convergência em torno de uma best practice é improvável e pelo menos quatro tipos de plantas devem continuar a coexistir – a agricultura vertical urbana de escala; o estilo greenhouse no periurbano ou no meio rural, mas com tecnologia intensiva de digitalização; os contêineres de transporte; e as “soluções domésticas”. A esses quatro, talvez devamos acrescentar o modelo underground que se aproveita de áreas subterrâneas dos metrô, de túneis e, também de abrigos de guerra – cogumelos, um produto em crescente demanda (inclusive como substituto para carne nos pratos vegetarianos e veganos), que prescinde de luz e é o produto predileto nesses ambientes.

A maioria das empresas identificadas nessa lista de líderes do setor não produz produtos agrícolas para o mercado, mas se dedica a fornecer plantas tipo turnkey, equipamentos, tecnologias e know how especializado. De novo, nesse setor ainda não existe um best practice e fornecedores de sistemas completos coexistem com empresas especializadas nos diversos aspectos da agricultura vertical. O desafio central da agricultura vertical decorre da sua teimosia em querer substituir o papel do sol na fotossíntese. Não é de surpreender que esse desafio atrai as grandes empresas globais de eletricidade, como Philips, (Koninklijke), Everlight Electronics Company, Osram GmbH, General Electric, Dell, e Nokia, todas empenhadas em aumentar a eficiência dos seus sistemas no uso de energia e na luminosidade, LED, ajustados a cada tipo de planta.

A produtividade da agricultura vertical em escala depende do número de stacks e do número de crop turns, ou colheitas. A Aero Farms calcula que ela produz 390 vezes mais do que a agri-

cultura tradicional e mais de 30 vezes a agricultura de estufa de alta tecnologia, por metro quadrado. Os custos, porém, de montar uma planta são altos e por isso só se viabilizam a partir do modelo de start-ups financiadas por capital de risco e fundos de investimento, como vimos na nossa descrição das empresas acima. Muitas start-ups não conseguem se viabilizar antes de esgotar o seed funding, o que produz um ceticismo entre alguns analistas que veem o fenômeno como mais uma expressão de bolhas financeiras. Um estudo avaliou os custos a partir de três tipos de plantas. O primeiro, de até 500 metros quadrados, tem um custo entre US\$ 1.000-1.200 por metro quadrado e depende essencialmente de trabalho manual. O segundo, de 2.000 metros quadrados, custa entre US\$ 1.200 e 1.750 por metro quadrado e permite a automatização do uso da água, mas mantém operações manuais de plantio e colheita. O terceiro, de 10.000 metros quadrados, é totalmente automatizado e custa entre US\$1.500 e 2.000 por metro quadrado (Cambridge Hok, s.d.).

A preocupação que levou Dickson Despommier a imaginar e depois promover a agricultura vertical encaixa perfeitamente no Weltanschauung da nova onda de inovação – questões globais de aumento da população e da urbanização do planeta, e muitas das start-ups da agricultura vertical e das empresas de capital de risco que as apoiam, surgiram a partir dos mesmos sentimentos. A maioria das empresas nasceu nos Estados Unidos e se justifica face às enormes distâncias que separam produção e consumo nas cadeias de produtos frescos, situadas na Califórnia e no Novo México, mas consumidas majoritariamente na Costa-Leste. Acrescenta-se a isso a percepção da crescente vulnerabilidade aos efeitos de mudanças climáticas desta região, tanto de água, quanto de fogo. Assim, as empresas enfatizam as vantagens locais da agricultura vertical e a possibilidade de consumir produtos realmente frescos, às vezes produzidos no próprio varejo onde o consumidor faz as suas compras. A agricultura vertical se posiciona também como uma resposta aos efeitos de estufa, enfatizando as vantagens no uso de água (90-95% de redução), no transporte (90% de redução), e no não uso de pesticidas e fertilizantes. A Covid-19 mostrou a fragilidade das cadeias de suprimentos de longa distância e os investimentos nesse setor aumentaram em torno de 25% em 2020-2021.

Na Ásia e nos Estados Unidos, a agricultura vertical pode ser certificada como orgânica, o que não é o caso na Europa, onde a legislação identifica a produção orgânica como uma maneira de manejar a terra, posição apoiada pela IFOAM, a organização internacional do movimento orgânico, enquanto a agricultura vertical se baseia na hidroponia e/ou na aeroponia. Arthur Neslen, CEO da Nordic Harvest, com a maior planta de agricultura vertical da Europa, em Copenhague, chama atenção pelo fato que uma maçã que vem por avião da Nova Zelândia entra no mercado europeu como orgânico, enquanto os produtos dele são excluídos dessa certificação. Neslen pretende desenvolver uma marca/certificação própria e calcula que toda a demanda da Dinamarca para saladas e ervas pode ser suprida por apenas 20 plantas de agricultura vertical. Ele mesmo pretende avançar para a produção de morangos e amoras (Neslen, 2021).

Mesmo que a promoção de agricultura vertical nos Estados Unidos seja estimulada pelas suas restrições crescentes de recursos naturais, estas são mais evidentes em outras regiões do mundo, como no Oriente Médio e na Ásia, bem como no extremo oposto em regiões de longos invernos, como nos países Nórdicos. Nessas regiões a agricultura vertical está expandindo rapidamente e existe mais apoio por parte dos governos e das políticas públicas. Deve-se acrescentar a isso uma desconfiança gerada inicialmente pela preocupação com food miles e agravada pela Covid-19, da dependência de cadeias longas e muitas vezes globais de suprimento.

No caso do Reino Unido, esses fatores foram intensificados na sua saída do mercado único da União Europeia. Historicamente abastecido por suas colônias, o Reino Unido importa, até hoje, mais da metade dos seus alimentos e a sua dependência de trabalhadores rurais temporários migrantes, sobretudo da Europa Central, chega a 99%. No contexto da Brexit, o fluxo de migrantes secou e o de produtos e insumos alimentares sofre agora de grandes atrasos e de falhas. Nesse contexto, existe um boom de investimentos em agricultura vertical. A Jones Foods Co, na Inglaterra, que já reivindica a maior granja vertical (como Japão, Dubai e Noruega também reivindicam!) foi fundada em 2017 e construiu a sua primeira planta num antigo cold store do distrito industrial de Scunthorpe, no Nordeste da Inglaterra. Ocupa 5.000 metros quadrados (o tamanho de 26 quadras de tênis), e produz 420 toneladas/ano de ervas e folhosas (manjeriço, salsa e coentro), com base em dezessete níveis verticais. Utiliza 95% menos água, que é captada por um sistema de “water harvesting”, não aplica pesticidas e usa apenas controles biológicos aprovados. A tecnologia de iluminação foi desenvolvida em parceria com a Current da General Electric e consiste no controle do espectro de luz com uma poupança de eletricidade de 33%. A planta é altamente automatizada e robotizada e requer apenas seis técnicos. Enquanto na agricultura tradicional o contato humano com o produto é identificado em treze momentos do processo produtivo, este é um sistema de “no touch”, sem contato humano, e o produto não precisa de ser lavado antes de consumido. A planta tem a certificação HACCP, o que a habilita a produzir biofármacos e biocosméticos .

A Jones Foods Co (JFC) está sendo financiada pela Ocado, uma empresa de varejo on-line e de serviços tecnológicos (logística e robótica), que agora tem uma participação de 70% na empresa. A Ocado, por sua vez, em parceria com 80 Acre Farms nos Estados Unidos e Priva Holdings na Holanda, criou a Infinite Acres, dedicada a soluções tecnológicas. Ao mesmo tempo, estabeleceu parcerias com a Marks & Spencer na Inglaterra e com a Kroger nos Estados Unidos. Os planos de expansão incluem uma nova planta, já em construção no Sul da Inglaterra, com o tamanho agora de 70 quadras de tênis, com produção planejada de 1.000 toneladas/ano, bem como outras plantas projetadas para outras regiões do país. A meta é de produzir 70% da demanda do Reino Unido para fresh produce dentro de dez anos. Várias outras empresas de agricultura vertical estão ocupando espaços nesse setor – Harvest London, Growing Underground, Crate to Plate, e Shockingly Fresh.

A JFC se vê como parte de um movimento global que abrange não apenas o “Norte”, mas o Oriente Médio e a Ásia. Recipiente de financiamento de um Dubai Venture Fund (além da Guinness Asset Management), a JFC se tornou finalista na Food Tech Challenge, competição lançada pelos Emirados Árabes (UAE) com o intuito de que o ganhador construa uma planta em grande escala em Dubai. Hoje a região importa entre 80-90% dos seus alimentos e detém apenas 1% do seu território apto para agricultura. A UAE já dispõe de várias plantas de agricultura vertical e as vê como estratégicas no seu esforço de aumentar em até 60% a sua produção de alimentos até 2050. Várias empresas líderes de agricultura vertical estão sendo financiadas por fundos do Oriente Médio e/ou estão com planos/parcerias para investir nesta região – Podponics, Crop One, Agricool, Intelligent Growth Solutions, NOX Management, Badia Farms.

Embora as restrições desérticas do Oriente Médio tenham atraído grande atenção, as condições opostas também estimulam o desenvolvimento desse setor e a Nordic Harvest, Dinamarca, reivindica ser a maior planta de agricultura vertical da Europa. Com o tamanho de um campo de futebol, ela produz 3.000 kilos/dia de leafy greens, com planos para triplicar essa produção. Segundo o seu site, com apenas 20 campos de futebol iguais, a Dinamarca pode estar autossufi-

ciente o ano todo. Na visão do CEO Anders Riemann, o objetivo deve ser de internalizar a agricultura na cidade e entregar o campo à natureza, uma visão compartilhada por Despommier, que caracteriza a agricultura como a maior agressão histórica ao meio ambiente. O plano de negócios é de expandir a produção a outros países Nórdicos para promover a maior autossuficiência da região (Persson, 2021).

A Nordic Harvest está sendo apoiada por uns quarenta investidores que incluem um fundo do Governo, Vaekstfonden e o Danish Green Investment Fund. O maior investidor, porém, e o responsável por todo o aporte tecnológico, vem da empresa taiwanesa o YesHealth Group, cujo Chief Commercial Officer é também dinamarquês. Essa empresa, por sua vez, tem a maior planta de agricultura vertical da Ásia e construiu a maior planta também na China, em Shenzhen. Toda a tecnologia e know how utilizados são da própria empresa e YesHealth pretende usar essa vantagem como uma alavanca para se tornar um líder global do setor.

Além de ter pouca terra e uma população rural muito envelhecida, o Japão foi estimulado a desenvolver a agricultura vertical a partir do terremoto e do tsunami em Fukushima. Hoje a prefeitura desta cidade subsidia a A Plus, capaz de produzir 20.000 alfaces/dia. Ao produzir nessa escala a integração com o grande varejo é imprescindível e as parcerias precisam ser fechadas antes da produção se iniciar. A Plus está testando técnicas de fatiamento automático para poder entregar saladas prontas para comer. A empresa líder, a Spread, iniciou uma planta ainda não-automatizada de agricultura vertical, a Kamioka, em 2007, e se tornou rentável a partir de 2013 no segmento premium dos supermercados, um feito que muitas empresas ainda não alcançaram. A Toshiba, por exemplo, entrou nesse segmento, aproveitando instalações suas não utilizadas, mas após alguns anos saiu. A segunda planta da Spread, a Keihanna, totalmente automatizada, produz 30.000 alfaces/dia a um preço entre 10-20% mais do que alface de agricultura “out-doors” e que visa concorrer no mercado mainstream. A Spread já está presente em 2.500 supermercados com a sua marca Vegetu. Em 2021, a empresa entrou em parceria com a Chiba Electric Power e a ES Com Japan, criando a companhia Tsunaga Community Farm para construir uma planta capaz de produzir 10.000 alfaces/dia que deve iniciar atividades em 2024. A Spread faz parceria com XTT Group para o desenvolvimento de IoT e AI, e, com outras parcerias, pretende chegar a 10 plantas em 2025. Ao mesmo tempo, está sondando os mercados na Europa, nos EUA e no Oriente Médio visando a sua expansão global.

A cidade-estado de Cingapura é emblemática dos estados e das regiões pobres em recursos naturais, mas ricos em capital. Ela importa 90% dos seus alimentos, mas planeja reverter esta situação e produzir 30% dos seus alimentos até 2030. Através da sua Singapore Food Agency, ela incentiva iniciativas por parte dos cidadãos nos seus lugares de moradia e de trabalho e promove iniciativas de empresas nesse sentido. Uma estratégia adotada é a de usar os telhados de estacionamentos, como no exemplo de Citiponics; outra, é de fazer retrofit em prédios comerciais e de moradia, uma iniciativa da empresa Sustenis. A melhoria de agricultura tradicional de estufas também está incluída, como no exemplo de Nutsuki Garden, que produz para a feira local, mas com uma produtividade de 60-80 quilos por metro quadrado. Duas áreas industriais foram dedicadas a grandes projetos comerciais de agricultura e aquacultura urbana – Lim Chu Kang e Sungei Tengah. Por outro lado, já existem 238 granjas registradas nas cidades e preocupações que a priorização de soluções high tech possa prejudicar os agricultores tradicionais (Diaz, 2021).

O exemplo mais importante da agricultura vertical em Cingapura é a Sky Greens, que se iniciou em 2012 e utiliza o seu próprio sistema patenteado de torres modulares, A-Go-Gro. Dife-

rentemente dos modelos dominantes, a Sky Greens utiliza a luz natural a partir de um sistema hidráulico movido por gravidade. Inicialmente produzindo 0,5 tonelada/dia, a empresa rapidamente aumentou para 2,0 toneladas/dia e em 2017 já tinha 1.000 torres em operação, dobrando isso no ano seguinte para poder produzir 10 toneladas/dia de cinco produtos: milk cabbage, espinafre, chye sim, kankung e alface, sob contrato para o Fair Price supermercado. A produtividade em relação à agricultura convencional é entre 5-10 vezes maior e os preços no varejo são apenas 5-10% mais caros. Em 2017, porém, a empresa optou para desenvolver micro-legumes – mini cai xim, jie lan e chinês cabbage – numa estratégia de evitar o uso de pesticidas e obter a certificação nacional de orgânico, que foi concedida em 2019. A empresa usa um composto que combina os resíduos das capsulas de café Nespresso, pellets de esterco de galinha e sobras vegetais da própria empresa e colhe as plantas (que contêm mais nutrientes) depois de 21-24 dias, fornecendo 0,5 toneladas por dia a Fair Price (Szen, 2017). (

A Sky Greens desenvolveu, também, uma franquia de microgranjas que combinam aquacultura (tilápias, sultanfish), legumes (incluindo até batatas) e verduras em contêineres usando painéis solares para energia, e que requer um espaço apenas do tamanho de uma quadra de basquete. O preço de uma unidade é US\$300.000, o que o coloca ao alcance de pequenos investidores. A empresa negocia essa tecnologia na Tailândia, na China, na Malásia, na Índia e no Canadá. Numa impactante frase de efeito, o dono da Sky Greens, que faz parte da Sky Urban Solutions, descreve a Cingapura “como um microcosmo do resto do mundo”, sobretudo a partir da Covid-19, para a indicar a relevância das soluções sendo propostas. Segundo o site Vertical Farming Planet, Cingapura tinha 25 plantas de agricultura vertical em operação (Piechowiak, s.d.). Em 2021, oito firmas de agricultura vertical se beneficiaram da 30 x 30 Express Grant concedida pela Singapore Food Agency, 7 para produzir legumes e 1 para ovos. Tailândia, Indonésia e Malásia, todos também têm investimentos em agricultura vertical e o tema está se tornando central no caso da China, cuja importância para o futuro do sistema agroalimentar global discutimos na próxima seção.

As empresas, as tecnologias, e os ecossistemas de apoio à agricultura vertical e greenhouses inteligentes estão se consolidando globalmente, mas existe uma integração especial nos principais países asiáticos – Japão, China, Coreia do Sul, Hong Kong, Cingapura, Taiwan – a partir das suas empresas líderes de TI e Telecomunicações – Samsung, LG, Panasonic, Mitsubishi, Tencent, Huawei, Alibaba, JD.com – já entrosadas há décadas em miríadas parcerias. A partir da segunda década dos anos 2000, essas parcerias se multiplicaram em todos esses países no esforço de desenvolver o que podemos chamar genericamente de environment controlled agriculture baseada em IoT, IA e systems de cloud managed big data. Esses novos players, cuja “missão” é de adaptar a produção de alimentos ao duplo desafio de uma região sujeita a extremos de clima, agravados pelas mudanças climáticas, e de grande dependência de importações, estão se posicionando para se tornar o novo setor dominante dos agronegócios em tempos de mudanças climáticas. Bayer, Syngenta e as outras empresas líderes, as atuais “incumbentes”, a montante do sistema agroalimentar, estão agora se ajustando a essa nova realidade e desenvolvendo inputs para esse farming 5.0 (Hortidaily, 2020).

6. CHINA – O PIVÔ DA REESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA AGROALIMENTAR GLOBAL

Se a Cingapura é o “microcosmo do resto do mundo”, a China já se tornou o pivô da reestruturação do sistema global. Analisaremos a importância das duas ondas de inovações discutidas acima – as alternativas à cadeia tradicional de proteína animal e à agricultura vertical – no decorrer dessa seção. Antes, porém, é necessário situar o impacto da China na dinâmica do sistema agroalimentar global que se cristalizou nos anos 90, caracterizado, como descrito acima, por uma queda no crescimento e até uma estagnação nas tradicionais cadeias de commodities visando os mercados do Norte, combinada com uma virada para produtos diferenciados e mercados mais segmentados sob o mantra da “qualidade”. Nesses mesmos anos, a China estava crescendo a taxas anuais jamais vistas, em torno de 9%, mas os seus impactos no sistema agroalimentar global foram limitados, dada a pujança da sua agricultura doméstica e a centralidade das suas políticas de autossuficiência.

No novo milênio a situação mudou dramaticamente com a entrada da China na OMC em 2001, que implicava níveis mínimos de abertura para importações de produtos agrícolas, e mais ainda com a redefinição da soja como produto industrial, não mais sujeita às estritas regras de autossuficiência. Subitamente a China se tornou um player no comércio mundial de commodities agrícolas para produtos não-alimentares como algodão, celulose e fumo, e, também, agora para soja, o produto-chave das cadeias de proteína animal, refletindo os impactos da acelerada urbanização da população e a consequente transição para uma dieta de proteína animal (Zhang, 2018). As importações chinesas explodiram na primeira década dos anos 2000, aumentando de entre 5-10 milhões de toneladas no início da década para algo em torno de 60 milhões de toneladas em 2010. Nesse mesmo ano, a safra da soja no Brasil foi um recorde, atingindo 68 milhões de toneladas, apenas um pouco mais dessa demanda chinesa de importações. Mesmo com uma agricultura muito eficiente, levando em conta os processos de urbanização, do envelhecimento da população rural e a quantidade de terra rural absorvida na expansão das cidades e a sua malha de rodovias e ferrovias, a escala da demanda chinesa começou a extrapolar as dimensões do comércio mundial. Apenas baixas porcentagens de dependência da China nos mercados mundiais criam demandas inéditas de importações.

Em 2019, a China sofreu um surto de peste suína, que dizimou o seu rebanho baixando a sua produção de 54 milhões de toneladas métricas, em 2018, para 41 milhões de toneladas, em 2020, com uma consequente escassez doméstica e um aumento abrupto de preços. Imediatamente, a China dobrou as suas importações para mais de 2 milhões de toneladas, criando uma explosão de preços internacionais num mercado global que chegava a apenas 10 milhões de toneladas e que foi também duramente afetado pela Covid-19. Prevendo essa vulnerabilidade, a China, por meio do Shanghai Group (agora a WH Group), já tinha adquirido a Smithfield Foods, a maior empresa de porco dos Estados Unidos, em 2013. Ficou claro que o comércio mundial não foi dimensionado para atender o ritmo e o tamanho da demanda chinesa para garantir a sua segurança alimentar, tão central à legitimidade do Estado chinês.

Afortunadamente no caso da soja, uma enorme nova fronteira de grãos tinha sido aberta no Brasil com base num longo programa de cooperação com o Japão a partir dos anos 70, que naquela época vislumbrava igualmente dificuldades de abastecimento de grãos quando esse país estava também transitando em direção a uma dieta de carnes. Naquele tempo, o Japão receava as implicações de uma dependência de apenas um país, os Estados Unidos. Em 1997, o comér-

cio mundial da soja valia em torno de US\$10 bilhões, dois terços vindos dos Estados Unidos e a China participava com apenas 5,5%. Vinte anos mais tarde esse comércio tinha aumentado para mais de US\$60 bilhões; a China foi responsável por 63% das importações e o Brasil tinha se tornado o maior exportador (De Maria, 2020).

Diferentemente do Japão, a China enfrenta um duopólio. A expansão da sua demanda, que chega, em 2021, a 100 milhões de toneladas, se viabiliza apenas com a extraordinária expansão da nova fronteira da soja no Brasil. Assim, sobretudo em tempos de diplomacia conturbados, que no caso brasileiro podem ser de curta duração, mas prometem ser duradouros no caso dos Estados Unidos, essa dependência provoca uma inquietação na China similar a que o Japão sentiu nos anos 70. Nessa ótica, pode-se identificar esforços estratégicos por parte da China de diminuir a sua dependência, que são analisados a seguir.

Primeiro, porém, é necessário analisar as implicações da erupção da China nos mercados agroalimentares a partir dos anos 2000. Para os enfoques, sobretudo norte-americanos, sobre a oligopolização global do sistema agroalimentar por parte dos grandes grupos do Norte, a expansão da demanda chinesa foi vista como mais uma etapa nessa consolidação, favorecendo, sobretudo, as tradings globais – Archer Daniels Midland, Bunge, Cargill e Dreyfus, o grupo ABCD (ETC, 2017; Murphy, Birch & Clapp, 2012). À luz das análises sobre a “virada para qualidade” como resposta à evolução dos mercados do Norte e aos novos movimentos sociais econômicos em torno do consumo, essa reorientação dos mercados agroalimentares significava não apenas um deslocamento do Norte, e sobretudo da Europa para Ásia, mas a ameaça de uma reversão para um sistema dominado de novo por uma dinâmica das grandes commodities agrícolas, promovida pelas mesmas tendências que caracterizavam a transição para uma dieta de proteína animal, primeiro nos Estados Unidos, depois na Europa e no Japão e, hoje, na China.

Tratava-se de um duplo deslocamento – de uma Europa onde a demanda alimentar é fortemente pautada por uma sociedade civil vibrante e politicamente legitimada para um regime autoritário com pouca expressividade da sociedade civil; e para uma demanda medida em termos de quantidade e preço e não mais nas qualidades diferenciadas que estavam redefinido o perfil do sistema agroalimentar. Mais grave ainda, esse deslocamento aconteceu quando a crítica ética e estética discutida acima focalizava sobretudo as ameaças ao meio ambiente, bem como as suas implicações para as metas globais de sustentabilidade (SDG) e de combate às mudanças climáticas.

Em outras publicações (Wilkinson, Wesz & Lopane, 2016, Wilkinson, Escher & Garcia, no prelo) identificamos um conjunto de iniciativas por parte da China de superar as vulnerabilidades do comércio internacional de commodities agrícolas, visto ora como estratégias sucessivas, ora como complementares. Em primeiro lugar, e como reflexo dessa “virada de volta para commodities” (que incluía a promoção de biomassa para energia renovável em substituição à gasolina, HLPE, 2013), a China, como muitos outros países e empresas globais, com a entrada também de fundos financeiros, investiu diretamente na compra de terras na Ásia, na África e na América Latina. Vários países, incluindo o Brasil, responderam por dificultar ou limitar as compras estrangeiras de terras visando, no caso brasileiro especificamente, a China (McKay et al., 2016). Como alternativa, especialmente nos países do Conesul (mas com a mesma estratégia na Ucrânia nos contratos de trigo), a China tentou fechar contratos de longo prazo com cooperativas e Governos estaduais, de novo sem sucesso. Ao mesmo tempo, numa estratégia similar à do Japão nos anos 70, a China se orientou para investimentos em infraestrutura e em logística do escoamento da soja (e commodities afins com destaque para milho), – estradas, ferrovias e

portos, especialmente para agilizar as exportações brasileiras pelo Norte do país visando a fronteira do Centro-Oeste, agora avançando em direção à região amazônica.

Durante esse período, a China lançou também a sua estratégia para o “going out” das empresas líderes chinesas (Sharma, 2014; Schneider, 2017). No início da abertura dos mercados da soja por parte da China, a sua produção doméstica foi seriamente prejudicada e, depois de uma crise de endividamento em 2006, grande parte do setor chinês de esmagamento de grãos foi adquirida pelo ABCD e por tradings asiáticas, como Wilmar, (Solidaridad, 2017). Ao seguir essa estratégia de going out, as empresas chinesas – COFCO, SINOGRAIN, ChinaChem e, em menor grau, a Shanghai Pengxin Group – já desafiam o controle global desta cadeia pelo ABCD. A Fiagril, um importante player regional na expansão da soja pela fronteira do Centro-Oeste, foi adquirida pelo Shanghai Pengxin Group. A ChinaChem comprou a Syngenta, líder mundial nos mercados agroquímicos e de sementes, que, por sua vez, comercializa agora a soja que recebe em função de arranjos de bartering diretamente com a empresa estatal chinesa, SINOGRAIN. A COFCO entrou diretamente no mercado da soja no Conesul a partir da compra das empresas Nidera e Noble e agora contesta a liderança das “ABCD” na origem da soja na região.

Ao longo dos anos 2000, a China experimentou diversas estratégias para lidar com os desafios da sua segurança alimentar num contexto de flexibilização da sua política de autossuficiência. Subjacente a todas elas, porém, tem sido a determinação de estabelecer um nível de controle sobre a oferta e os fluxos dos grãos para não se tornar um simples price-taker e refém da “Big Four ABCD” grupo. As suas políticas de estoques e de tratamento preferencial para a importação de grãos e não farelo complementam essa estratégia, bem como a criação do Asia Pacific Futures Exchange dedicado, no momento, a transações com óleo de palma.

As ambições chinesas se mostraram muito mais audaciosas a partir do lançamento da iniciativa Belt and Road em 2013, que pretende nada menos do que redesenhar os fluxos comerciais por terra e por mar em torno do seu próprio mercado. 138 países são atingidos pela iniciativa e cerca de 60 países já se comprometeram com declarações de intenções e projetos. Segundo Morgan & Stanley, a China já tinha gastado US\$200 bilhões até 2020 e previu investimentos chegando a um valor total de 1.2-1.3 trilhões em 2027. Essa iniciativa abre fontes novas de abastecimento agrícola com grande potencial na Ásia Central, onde as mudanças climáticas podem inclusive aumentar as terras aptas para a agricultura (Chatzky & McBride, 2020). Em 2019, a China e a Rússia assinaram um acordo de cooperação que inclui todas as etapas da cadeia da soja e prevê um aumento de exportações para 3.7 milhões de toneladas até 2024 (Donley, 2020).

Na literatura de cadeias globais de valor (GVC), este deslocamento dos fluxos do comércio da Europa para a China e de produtos de maior valor agregado para raw materials (no nosso caso, grãos, ao invés de farelo e outros derivados), foi visto como um processo de downgrading ao minar as estratégias e políticas de internalizar maior valor agregado nas etapas iniciais dessas cadeias (Kaplinski, Tijaja & Terheggen, 2010). Na pesquisa coordenada por Gereffi & Barrientos essas noções de “up” e “downgrading” foram problematizadas e ampliadas para captar processos contraditórios e para focalizar os impactos sociais e ambientais e não apenas as suas implicações econômicas (Gereffi & Barrientos, 2013). Com o avanço da fronteira da soja dos cerrados em direção à região amazônica no Brasil e, em menor grau, para as florestas do Chaco na Argentina, e no contexto também da pressão de convenções globais (SDG, COPs), para adotar metas quantificáveis e monitoráveis de sustentabilidade e de redução das emissões de carbono, a questão das implicações da mudança do eixo do comércio mundial para China se tornou central.

Em outra publicação (Wilkinson, Escher & Garcia, no prelo), fizemos uma análise detalhada da posição da China em relação aos objetivos de desenvolvimento sustentável e da redução de emissões de carbono. Conrad (2012) e outros autores (Xiaosheng, 2018) têm chamado a atenção para o descompasso entre a evolução das políticas domésticas e as posições adotadas pela China nos fóruns internacionais, sobretudo na Conferências do Clima das Nações Unidas, COP 15 de Copenhague em 2009. A China tem uma longa tradição de participação nos movimentos internacionais em torno da sustentabilidade e participou na primeira reunião desta natureza em Stockholmo nos anos 70, mesmo rejeitando qualquer compromisso que podia travar o seu desenvolvimento. A partir daí as políticas ambientais adquiriram um status institucional e jurídico e no contexto do Rio-92 a China elaborou a sua Agenda 21. Segundo Mol & Carter (2006), a Agência Chinesa do Meio Ambiente contava com 160 mil funcionários em 2004. Mesmo assim, nos fóruns internacionais a China mantinha a sua identificação com a posição dos países em desenvolvimento, de “common but differentiated responsibilities”, ao exigir que os países do Norte assumissem o ônus de reduzir as emissões. Essa posição foi adotada tanto pelo Grupo de 77, quanto pelos países do BRICS, que inclui o Brasil, e na COP de Copenhague, em 2009, a China recusou assumir qualquer meta de redução das suas emissões.

No seu 12 Plano Quinquenal (2011-2015), no entanto, a China formalmente se comprometeu a mudar o seu modelo de energia baseada em combustíveis fósseis e estabeleceu o objetivo de reduzir as emissões, que foi transformado em metas quantificáveis no Plano Quinquenal seguinte. No mesmo ano, na ausência dos Estados Unidos, a China assumiu a liderança da COP de Paris, ao se comprometer com peak carbon emissions em 2030 e uma redução per capita de emissões a 60-65% dos seus níveis de 2005, também em 2030 (CCICED, 2016).

À medida que a China adotou metas quantificáveis, mesmo tendo um histórico de fustigar e reprimir organizações da sociedade civil, ela recorreu às ONGs internacionais do meio ambiente – Greenpeace, WWF e FSC, bem como a Friends of Nature, uma organização local, – para elaborar as métricas de mensurar e monitorar as metas adotadas. Ao mesmo tempo, as suas empresas líderes na cadeia da soja se alinharam com uma série de compromissos ambientais elaborados no mundo empresarial e nos movimentos sociais do Norte. A SINOGRAIN se tornou a primeira empresa chinesa a receber a certificação pela Roundtable for Responsible Soy. A COFCO, por sua vez, se integrou nas associações de agronegócios no Conesul, aderiu ao Moratório excluindo a compra da soja de áreas recém-desmatadas da região amazônica e assumiu o compromisso de ter todo o seu fornecimento “limpo” de desmatamento em 2023.

Assim, mesmo que o debate em torno de downgrading continue relevante em termos de valor agregado e geração de renda, o medo que teria também um downgrading em relação ao meio ambiente não parece proceder. Em 2016, o Conselho Chinês para Cooperação Internacional em Desenvolvimento e Meio Ambiente, publicou um Relatório, “O Papel da China no Esverdeamento das Cadeias Globais de Valor”, onde se refere especificamente à cadeia da soja nesses termos: “Ao nos unir com os esforços globais em torno da soja, a reputação da China no cenário internacional seria refortalecida, como também a sua relação com os países produtores e a posição competitiva das suas empresas no mercado global. Reduziria, ao mesmo tempo, a contribuição da China à mudança climática – desflorestamento devido à expansão da soja e outras grandes commodities por mais de 10% das emissões globais” (CCICED, 2016:9).

De 1978 até o início do novo milênio, a China cresceu a quase 10% ao ano (e continuou a crescer nessa velocidade por mais uma década), sem recorrer a importações estruturais de alimentos, isso num período também de transferência maciça de populações para o meio urbano.

A explicação corrente passa por uma avaliação do impacto das reformas de 1978, sobretudo a promoção da estratégia de Township & Village Enterprises, bem como o acesso direto a mercados por parte dos camponeses (Naughton, 2007; Huang, 2008). Aglietta e Bai aprofundam essa questão no seu livro *China's Development: Capitalism as Empire* (2013), para entender como foi possível sustentar uma população já em plena transição urbana e crescimento populacional antes de 1978. Nos debates sobre esse tema nos casos da Holanda e sobretudo da Inglaterra, a identificação de uma “segunda revolução agrícola” (Thompson, 1968) de “high farming” explica a possibilidade de uma transição urbano-industrial antes de recorrer ao abastecimento colonial dos seus respectivos impérios. Aglietta e Bai, por sua vez, identificam “uma revolução verde silenciosa” a partir dos anos 50-60 (apesar dos desastres do Great Leap Forward e a consequente fome que matou em torno de 20 milhões de pessoas), que estava dando resultados significativos de produtividade bem antes das reformas. Já nos anos 50, a China desenvolveu um sistema nacional de P&D agrícola coordenado pela Academia Chinesa de Ciências Agrícolas. Em 1964, uma variedade anã de alto rendimento de arroz foi criada e em 1961 o milho híbrido também foi desenvolvido. No início dos anos 70, a China importou 13 fábricas de amônia e ureia sintéticas, criou a base para uma indústria de fertilizantes e os sistemas de irrigação foram reformados. Assim, bem antes das reformas de 1978, a China já tinha alcançado um novo patamar de produtividade na agricultura para sustentar a transição para uma sociedade urbano-industrial.

O impacto da sua demanda alimentar nos mercados e nas agriculturas globais só vai se sentir a partir da sua entrada na OMC e da sua redefinição da soja como produto industrial e, portanto, não sujeita às regras de autossuficiência. Nas duas décadas seguintes, como vimos, as variadas demandas chinesas para matéria-prima agrícola dominam a dinâmica dos mercados globalmente, levantando o espectro de um retorno ao mundo de commodities que caracterizava as primeiras seis décadas do século XX, minando a virada para qualidade identificada a partir dos anos 80.

A demanda chinesa para matéria-prima alimentar e não alimentar a partir dos anos 2000 só podia ser atendida com uma expansão sem precedentes das fronteiras agrícolas da América Latina e da Ásia, que rapidamente implicava no desmatamento de florestas tropicais ameaçando povos indígenas, erodindo a biodiversidade e agravando os problemas climáticos e as emissões de carbono. No entanto, já nas duas décadas antes de recorrer aos mercados internacionais, uma classe média de centenas de milhões estava se consolidando na China e continuava a se expandir nas décadas seguintes do novo milênio, alcançando 400 milhões em 2020, segundo o Bureau Nacional Chinês de Estatísticas. Um novo nível de preocupação com a qualidade básica dos alimentos acompanhou essa ascensão – o escândalo em torno dos baby foods e a adulteração de leite em 2008, que levou a uma valorização de produtos importados com garantia de qualidade foi um turning point nesse sentido (Sun, Ye & Reed, 2020).

O segundo reflexo dessa consolidação de uma classe média foi uma virada, agora chinesa, para a qualidade. Um indicador disso são os dados de importação da categoria “food products” do WITS do Banco Mundial em 2018. Os dez maiores exportadores para a China nessa categoria somam um valor de US\$20 bilhões, liderados não pelo Brasil ou pelos Estados Unidos, mas pela França, seguida por Austrália, Holanda, Nova Zelândia, Peru, Tailândia, Brasil, Alemanha, Japão, Coreia de Sul e Canadá. Diferentemente do duopólio no caso da soja, os valores são distribuídos com relativa equidade entre os 10 líderes. Podemos tomar como exemplos dessa mudança para estilos de vida que impliquem em novas qualidades alimentares o consumo de queijos, de vinhos e de café. No caso de queijos, podemos intuir a sua importância pela liderança

da França nas exportações, mas os dados dos Estados Unidos não são menos impressionantes. Os EUA exportaram 2.000 toneladas métricas no início do novo milênio e em 2017 essas exportações tinham aumentado para 108.000 toneladas. A China já se tornou o segundo mercado mundial para vinhos; compra agressivamente vinhedos na França, desenvolve a sua produção doméstica e já é considerada o maior mercado mundial para o segmento “top-end” dos vinhos (The Luxury Conversation, 2018). A China é o país par excellence do chá e o consumo per capita de café ainda é ínfimo quando comparado com os países do Norte. Mesmo assim, o consumo triplicou entre 2012-2016, ano em que a Starbucks já tinha 2.000 lojas com planos para 500 novas por ano nos anos seguintes. A Dunkin Donuts também tem 1.400 lojas no país (Meyers, 2016). A demanda maior permanece para o café instantâneo da Nestlé. A produção do café, concentrada na região de Yunnan, aumenta rapidamente desde o início dos anos 2000 e a China subiu do trigésimo lugar para ser o décimo quinto produtor mundial em 2020, exportando 70% da sua produção. Tradicionalmente identificado como café de baixa qualidade, hoje a China estabelece as suas metas de sustentabilidade, produção orgânica e rastreamento de qualidade via blockchain (Grant, 2021).

Assim, a centralidade da China no redirecionamento do sistema agroalimentar global não implica numa simples volta a um mundo dominado pelas grandes commodities. As preocupações ambientais e do clima são muito presentes na China e, a partir da COP de Paris em 2015, ela tomou a dianteira na definição de metas de redução de carbono e se alinhou, com base nas suas empresas líderes, com os movimentos contra o desmatamento. A segurança alimentar, ao mesmo tempo, é um sine qua non da legitimidade do Estado chinês. Assim, para assegurar que as suas metas sobre sustentabilidade e clima sejam compatíveis tanto com a segurança alimentar, como com o compromisso com o desenvolvimento, a China está adotando uma estratégia sistêmica em relação à segurança alimentar que, além de aumentar o seu controle sobre o comércio global e incorporar a virada para a qualidade, inclui políticas para diminuir o desperdício ao longo das cadeias, estimula mudanças nos padrões de consumo e investe nas inovações da nova fronteira tecnológica.

Numa posição muito afinada com as conclusões da pesquisa do Lancet, mencionada no início desse capítulo, Xi Jinping estabeleceu uma meta, incorporada no Guia Alimentar do país em 2016, de reduzir em 50% o consumo de carnes (Conexão Planeta, 2016), e o Ministério da Saúde adotou “um pacote” para guiar a dieta, similar ao da pirâmide utilizado no Brasil e em muitos outros países. Em mais uma comparação com os Estados Unidos, a China conta agora com um número maior de obesas.

As suas políticas recentes contra desperdício se iniciaram em 2013 com a campanha “Operação Prato Vazio”, dirigida contra as festas extravagantes sobretudo do setor público. A WWF China calculou que em 2015 a China desperdiçou entre 17-18 milhões de toneladas de alimentos. Outros cálculos estimaram que a quantidade de comida desperdiçada seria suficiente para alimentar entre 30-50 milhões de pessoas ao longo do ano. Em 2019, Shanghai introduziu regulações rígidas sobre a reciclagem de alimentos, tanto para indivíduos, quanto para empresas, uma política que foi adotada em outras cidades do país. Seguindo mais uma declaração de Xi Jinping em 2020, houve o lançamento da campanha Clear Your Plate. A Wuhan Catering Industry, por sua vez, adotou a política de “one plate less”, ou N-1, em relação ao número do grupo pedindo uma refeição em restaurantes. Em abril de 2021, foi decretada uma Lei contra o desperdício de alimentos que tornou ilegal a publicidade por vídeos de competições sobre o consumo de alimentos. Os restaurantes foram autorizados a cobrar extra por pratos pedidos, mas não

consumidos, e muitas foram definidas por excessos de oferta de alimentos por parte do setor de serviços alimentares. Nesse documento, calcula-se que a indústria de catering desperdiça 18 bilhões de quilos por ano (Allen, 2020).

7. CHINA: AS TECNOLOGIAS “DISRUPTIVAS” E AS INOVAÇÕES EM TORNO DA AGRICULTURA VERTICAL E DA CADEIA DE PROTEÍNA ANIMAL

A combinação da sua revolução verde e a permissão para os camponeses venderem os seus produtos diretamente nos mercados viabilizou a primeira fase de uma revolução agrícola suficiente para sustentar o desenvolvimento acelerado da China depois das reformas de 1978. A partir dos anos 2000, um conjunto de fatores – a abertura aos mercados mundiais, a perda de terra para a urbanização, o grau de contaminação dos solos, o envelhecimento dos camponeses, os escândalos alimentares, a peste suína, bem como a política de promoção de urbanização e a acolhida da onda de novas tecnologias – levou o Estado chinês a se orientar para a promoção de agricultura em grande escala. Para viabilizar esse desenvolvimento, o governo modificou os direitos fundiários em 2016, ao distinguir entre a propriedade da terra (ainda do Estado) e os direitos de “operar”, que podem ser transferidos para um período de até 30 anos (Zhan, 2019). Com base nisso e uma política de subsídios, as grandes empresas “dragon heads” e de agronegócios entraram na produção agrícola e se calcula que 30% das terras agricultáveis chinesas já foram transferidas nesse sistema de “operators’ rights” (Glenn, Yao & Coghill, 2016). Numa análise detalhada deste processo, no quadro de uma contextualização histórica voltando ao século dezoito, Zhan, no seu livro *The Land Question in China* (2019), defende a viabilidade ainda de um modelo “labour intensive industrious” de modernização apoiada na produção camponesa em pequena escala. Uma investigação conduzida por Rogers + 8 (2021) nas regiões produtoras de chá, laranja e café, que envolvia uma pesquisa de 900 propriedades e entrevistas, concluiu que houve pouca transferência de direitos de operação, o que fornece apoio à visão do Zhan, que situa essa mudança na legislação nos debates internacionais sobre “land grabbing” e accumulation by dispossession, agora com características chinesas.

No seu capítulo “Agriculture 5.0 in China: New Technology Frontiers and the Challenges to Increase Productivity” no livro *China-Brazil*, editado por Jank, M.S, Guo, P. & Miranda (2020), Jianjun Lyu mostra, com detalhes, o grau em que a China investe não apenas nas tecnologias de digitação para a agricultura (25% das propriedades tinham acesso à banda larga em 2018), mas também na integração de big data com a Internet das Coisas (IoT), a Inteligência Artificial (AI) e a robotização. Mostra, ao mesmo tempo, como estas tecnologias estão sendo usadas, também para viabilizar todo o ciclo de produção/comercialização de pequenos produtores e cooperativas. Podemos pensar que pequenos produtores, como aqueles da pesquisa de Rogers + 8, que trabalham mercados de qualidade e mercados integrados mais diretamente aos consumidores, podem ganhar maior viabilidade com as novas tecnologias.

A integração vertical da produção até o consumo é vista como chave para o que Huang (2011) chama “China’s new age small farms”, mas a questão, para este autor, é se essa integração passa por cooperativas de produtores ou se será dominada pelo que ele caracteriza como o avanço agressivo dos agronegócios na adoção desse modelo. O governo chinês parece privilegiar o modelo de integração horizontal e vertical, ao promover uma agricultura em grande escala, respondendo ou às pressões dos agronegócios, inclusive globais, ou a considerações mais macroeconômicas que priorizam um modelo de desenvolvimento urbano e de êxodo rural, podendo

apontar, também, como justificativa, para o envelhecimento da população rural, onde a média da idade ultrapassa 50 anos.

Esse avanço da agricultura em grande escala perpassa o conjunto das grandes commodities, onde a estandardização do produto e o preço prevalecem, mas atinge, sobretudo, o setor de suínos, um mercado que tem sido duramente atingido pela peste suína domesticamente e que provocou uma turbulência sem precedentes no comércio internacional de porco. O colapso no tamanho do rebanho foi na ordem de 50%, criando uma demanda extra em torno de 11 milhões de toneladas, o tamanho do comércio global de porco. A resposta à crise foi uma aceleração da concentração da produção, que já estava em curso desde o início dos anos 2000, acompanhada pela adoção de tecnologias de fronteira. Segundo a China Animal Husbandry Handbook, citado pelo consultor Richard Brown no site PigProgress, em 2003, 70% da produção da carne de porco vinha de propriedades com até 50 animais, baixando para uma previsão de apenas 3% em 2022 (Beek, 2020).

Grandes empresas, incluindo empresas de fora do setor agroalimentar, com destaque para NetEase Weiyang, do setor da Internet, aproveitaram o aumento do preço do porco e o colapso da produção tradicional de porcos para investir pesadamente, com investimentos em escalas inéditas, repletos de tecnologia de fronteira – automação, reciclagem de ar, de água e de dejetos, reconhecimento facial dos porcos, medição diária de temperatura, cartões de identidade de cada porco, e uso de RFIDs para rastrear a cadeia até o consumidor. A Muyuan, líder do setor com 3% do mercado, investe numa planta que vai abater 2.1 milhões porcos/ano, incorporando todos esses recursos tecnológicos (Patton, 2020).

A empresa mais famosa do setor de suínos, NetEase Weiyang, com a sua raça exclusiva de pequenos porcos pretos, visa o mercado da nova classe média, investe pesadamente na construção de uma marca, focaliza em vendas on-line (embora seja vendida também por 16 canais de supermercados), e, além das tecnologias acima indicadas, consegue treinar os porcos a usar uma área reservada para defecação, o que permite a reciclagem de dejetos. Mais ainda, adota um ambiente de música para os porcos e criou uma music list lançada com sucesso na internet (Minnews, 2021).

Mesmo com esses novos investimentos, a parcela deste mercado das dez maiores empresas, a chamada CR10 do setor, é ainda muito baixo, em torno de 12% contra 30% nos Estados Unidos. Por outro lado, os novos modelos chineses de criação e abate chegam a ser 10 vezes maiores que o tamanho médio das plantas nos Estados Unidos. Feitos no meio do surto de peste suína, esses investimentos são de alto risco, mas apostam nas novas tecnologias para garantir a segurança. Nos Estados Unidos, no contexto da Covid-19, existe um movimento para limitar o tamanho das plantas de abate, que se bem-sucedido pode criar restrições no comércio mundial. No momento, porém, os investimentos chineses visam o seu próprio mercado doméstico.

Enquanto nos Estados Unidos e na Europa os produtos da agricultura vertical são claramente delimitados ao setor de “saladas” e muitas vezes até às “folhosas verdes”, a China se mostra mais ousada. Numa apresentação na International Conference on Vertical Farming and Urban Agriculture, em 2017, o representante do China Research Centre for Protected Agriculture and Environmental Engineering (CRAE), mostrou abóboras gigantes (500 kg) e tubérculos (batata doce) que deixaram o público admirado (Thorpe, s.d.). Ao mesmo tempo, apresentou equipamentos tailor made para uso em pequenos estabelecimentos, como restaurantes e mesmo em domicílios.

A China não se limita, porém, a uma variedade maior de legumes e hortícolas. A megaplanta de porcos da empresa Muyuan, que mencionamos acima, marca a extensão de indoor farming, que já vimos no caso de greenhouses de alta tecnologia, para a criação e o abate de animais. De fato, os 2.1 milhões de animais são acomodados em 21 prédios que formam um complexo só de indoor farming. O novo investimento da empresa Zhong Xin Kaiwei avança diretamente para a agricultura vertical na construção de um prédio de 26 andares (cada andar com o seu próprio sistema de circulação de ar), para a criação e o abate de 1.2 milhões de porcos quando em plena operação. A empresa incorpora o conjunto das tecnologias enumeradas acima, com a adição de um elevador de 40 toneladas e 65m², que pode acomodar 200 porcos, tudo sob a gestão da NetEase. O setor da internet/telecomunicações – Huawei Technologies Co., JD.com e Alibaba Group Holding – começa a investir pesadamente nesse novo tipo de farming high tech.

Segundo o trabalho de Sriram Natrajan (2021), a análise da agricultura urbana chinesa e, dentro disso, da sua agricultura vertical, deve levar em conta a especificidade das regiões administrativas das cidades municipais que tradicionalmente abrangem as regiões agrícolas no seu entorno. Historicamente, as autoridades locais e regionais foram responsáveis para garantir a segurança alimentar, uma prática que durou até os anos 90. Uma pesquisa conduzida nesse período em Shanghai, por Cai e Zhang (1999) calcula que 41% da força de trabalho estava ocupada na agricultura, 80% dos quais em tempo parcial. 100% das aves, dos ovos e do leite e 80% dos vegetais e pesca de água doce foram produzidos num raio de 10 quilômetros do centro da cidade.

Natrajan identifica quatro tipos de agricultura urbana, dois informais – nas próprias casas/jardins e em áreas não ocupadas das cidades (com maior ou menor tolerância por parte das autoridades locais), e dois formais – a agricultura periurbana e a agricultura vertical de alta tecnologia. As políticas públicas a partir dos anos 90 privilegiam a modernização da agricultura periurbana e, inspirada na sua adoção por parte do Japão, de agricultura vertical de alta tecnologia, mas com aplicações em pequena escala para pequenos estabelecimentos e moradias. A primeira iniciativa assumiu o modelo de Urban Agricultural Parks que combinava políticas tecnológicas, educacionais, recreacionais e ambientais. Em Beijing existem 33 desses parques e o modelo foi reproduzido em outras cidades. Com a adesão da China ao cumprimento das metas de desenvolvimento sustentável (SDG) das Nações Unidas, o Plano Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Agricultura (NPSAD) 2015-2030 foi lançado. O foco foi no uso de novas tecnologias para fins de combinar eficiência e sustentabilidade. A Academia Chinesa de Ciências Agrícolas (CAAS) assumiu mais importância e em 2013 iniciou o Programa de Inovação em Ciência e Tecnologia Agrícola, que incluía um programa especial para agricultura “indoors” e agricultura vertical. O Centro de Pesquisa para Agricultura Protegida e para Engenharia Ambiental (CPAEE), mencionado acima, gerencia 40 institutos em todas as regiões da China responsáveis pelo desenvolvimento de engenharia de greenhouses, fábricas de agricultura vertical, bem como sistemas eficientes de hidroponia e de uso de energia. Já em 2013, a China tinha 75 plantas de agricultura vertical, 25 das quais funcionaram com base em luz artificial.

A empresa líder nesse segmento na China é Sananbio, que surgiu a partir de uma joint venture do Institute of Plant Research e o Fujian Sanan Group, a gigante de optoeletrônica, a maior produtora de LED chips. Ela é dona ou gerencia 50 granjas verticais em 10 países na Ásia, na Europa e nos Estados Unidos e produz mais de 300 variedades de legumes, folhosas, frutas, ervas, plantas medicinais e flores comestíveis. Através de uma subsidiária, UPLIFT, ela desenvolveu uma granja totalmente automatizada, e, ao mesmo tempo, produz um modelo tipo con-

têiner, a Sananbio Ark, que pode ser utilizado em qualquer ambiente e requer um mínimo de conhecimento prévio para operar. A empresa também dispõe de um modelo para uso domiciliar (Sananbio, 2020). Em 2020, a Sananbio tinha 416 patentes. A sua previsão é que os custos da agricultura vertical serão competitivos em 2025.

A multinacional japonesa Panasonic tem duas granjas verticais em operação na China e investe pesadamente no desenvolvimento desse setor na região (Cingapura, Japão). A sua especialidade é de garantir a produção em ambientes extremos e, para isso, pesquisa na ilha Ishigaki, no Japão. A meta é de produzir alimentos sensíveis – tomates e morangos – o ano inteiro em quaisquer condições climáticas. Para tanto, já desenvolveu o seu modelo de Passive Greenhouse, capaz de resistir a tornados, e um sistema robótico, o Tomato Harvesting Robot, para colher tomates. Em Shanghai, num sistema de aquicultura que utiliza camarões e caranguejos para produzir fertilizante, uma fazenda de 30 acres está produzindo bananas de muitas variedades diferentes. A China precisa lidar com condições climáticas extremas em várias regiões do país com destaque para o deserto de Gobi, onde com uma combinação de tecnologia de ponta de Israel, bem como com capital e tecnologia de regiões ricas da China, como a província de Fujian, e o uso de insumos locais, dezenas de milhares de hectares são agora cultivados com hortifruticultura e vinhedos em condições de clima controladas (Xie et al., 2018).

Em 2020, a Good Food Institute (GFI), organização global dedicada à promoção da indústria de proteínas alternativas mencionada acima, lançou o evento Veggie World China em Shanghai. Em plena crise da Covid-19, mais de 100 brands do setor de 18 países foram apresentadas. No segundo evento, em 2021, esperava-se 150 brands, entre as quais as start-ups internacionais – Oatly, Hungry Planet, LikeMeat, Eat Just, St. Hubert – as gigantes alimentares – Nestlé, Unilever, Cargill – bem como as start-ups locais chinesas – OmniPork, Z-Rou, Hey-Meat, Vesta, Hão Goof, Oat Oat – e as tradicionais firmas veganas – Shuangta, Whole Perfect, e Sulian.

Já em 2018, o mercado para proteínas alternativas na China foi estimado em US\$910 milhões, (contra US\$684 milhões nos Estados Unidos). Inicialmente empresas europeias e dos Estados Unidos predominavam, mas em 2021 empresas locais já estavam liderando, com o apoio de um ecossistema de venture capital também local, e adaptando esses mercados aos gostos chineses, tão diferentes dos países do Norte. Joes Future Food Company e CellX, duas empresas líderes, receberam US\$7.7 milhões e US\$4.3 milhões de venture capital, respectivamente, em 2020 (Chen, 2020). As principais food outlets – KFC, Taco Bell, Starbucks, Dico – são fornecidas por OmniPork e Z-Rou (Campbell, 2021).

Em 2017, o Governo chinês concluiu um acordo de cooperação no valor de US\$300 milhões com empresas de proteínas alternativas em Israel, país líder com mais de 100 empresas nesse setor (Surkes, 2021). O financiamento público para P&D também está em evidência. Um Programa Nacional de P&D – Green Biological Manufacturing – tem um componente específico para proteínas alternativas. Em junho de 2021, iniciou-se um projeto na universidade de Jian-guan com o apoio do Governo, “High efficiency biological manufacture technology of artificial meat”. Na China Meat Food Research Centre, um programa de pesquisa visa avanços na tecnologia 3D para proteína alternativa. Como no caso de vertical farming existe uma intensa integração na Ásia Pacífica, sobretudo no caso de financiamento, que, segundo GFI APAC, explodiu em 2020. Na região, o total de investimentos para proteínas alternativas chegou a US\$206 milhões, com US\$70 milhões indo para a empresa Green Monday de Hong Kong. Para finalidades de financiamento o setor se divide em “plant-based”, que recebeu o lion’s share de US\$166 milhões, fermentação – 1,2 milhões –, e carne cultivada – US\$39 milhões (Huling, 2021).

Como vimos nessa seção, a China está evoluindo para uma estratégia sistêmica nos seus esforços para diminuir a dependência externa nas cadeias tradicionais de carnes e manter o seu compromisso com a segurança alimentar. No segmento de carnes alternativas, que apresentamos acima, a dinâmica vem fundamentalmente de mudanças na esfera de consumo. O impacto mais decisivo a curto prazo, porém, talvez seja a decisão de baixar o conteúdo de proteína nas rações animais – em 1,5% no caso de suínos e 1% para aves, o que implicaria numa poupança de não menos de 11 milhões de toneladas de farinha da soja, ou 14 milhões de toneladas de grãos.

No mais longo prazo, mas não tão longo porque a tecnologia já está comprovada, vislumbra-se a possibilidade de uma substituição mais radical, que lembra os esforços de desenvolver proteína unicelular nos anos 70. Trata-se da utilização de gás de escape das indústrias petroquímicas e dos setores dependentes deste insumo e a sua transformação em uma proteína celular, *Clostridium autoethanogenum*, que agora pode ser produzida em escala industrial, diretamente substituindo a soja. Sendo produzida a partir de captura de carbono, seria também uma arma importante para diminuir as emissões de gases de efeito de estufa. Segundo uma comunicação da Science & Technology Daily, já existe a capacidade de se produzir dezenas de milhões de toneladas por ano .

8. O BRASIL FACE AO FIM DO REINADO DA SOJA E DA PECUÁRIA

Desde os primeiros programas de cooperação com o Japão para abrir a fronteira do Centro-Oeste, o Brasil, mesmo se adaptando parcialmente às novas pautas de produtos de qualidade (polos de frutas, queijos finos, vinhos, produtos artesanais, ecológicos e orgânicos, e indicações geográficas), apostou as fichas essencialmente na sua competitividade em commodities (açúcar, etanol, celulose), com destaque para as cadeias de proteína animal. Com a explosão da demanda chinesa a partir do início dos anos 2000, o reinado da soja dominou e continua a dominar os agronegócios, criando uma expansão inédita da fronteira agrícola, subindo a partir dos cerrados do Centro-Oeste.

Mesmo levando em conta o aumento da demanda mundial com o crescimento econômico do Japão, a cadeia de proteína animal no Brasil tinha sido impulsionada fundamentalmente pela transição doméstica para uma dieta de proteína animal, decorrente da sua urbanização e do crescimento acelerados a partir dos anos 60. É apenas com a consolidação da demanda chinesa que o mercado global começou a se sobrepôr à demanda doméstica, uma dinâmica que se estende agora também diretamente às carnes, como ficou claro na recente crise nos mercados globais provocada pelo abalo da peste suína na China e pelas desarticulações suscitadas pela Covid-19.

Esse avanço da nova fronteira foi viabilizado, numa primeira fase, por importantes esforços de pesquisa pública e, depois, pela combinação da entrada de transgênicos e do modelo de plantio direto, ambos impulsionados por setores privados. Mesmo sendo povoado por migrações de agricultores do Sul e inicialmente se organizando em Cooperativas nos mesmos moldes do Sul, a grande escala das operações agrícolas nessa nova fronteira, viabilizada, por novas fontes de financiamento, levou à consolidação não apenas do fenômeno de mega farms, mas também de níveis de acumulação agrícola que permitiram o surgimento de um agribusiness brasileiro, aventurando a jusante no transporte, na logística e na comercialização. Mesmo assim, a ameaça ao domínio dos global players não veio das novas empresas brasileiras, mas das empresas chi-

nessas investindo no Brasil, que descrevemos acima. Diferentemente do setor de carnes, onde as empresas brasileiras líderes se tornaram também líderes globais, no agronegócio da soja os players brasileiros se posicionaram como junior partners.

Na onda das tecnologias disruptivas, objeto de análise nesse capítulo, podemos distinguir entre inovações visando novos produtos e inovações de processos viabilizados por uma nova geração de inputs. Nos dois casos é a digitalização (entendida no seu sentido mais amplo de big data, cloud computing, IoT, AI e robotização) que define o novo paradigma, mas enquanto a inovação de produto promete ou ameaça redefinir mercados inteiros, a de processos pode reforçar padrões pré-existentes.

O Brasil também incorporou o modelo do Vale do Silício de clusters de start-ups, (Piracicaba sendo o mais notável), financiados por um ecossistema de venture capital, grandes empresas dos setores a montante e novos entrantes, reproduzindo o modelo que se iniciou nos Estados Unidos. Dezenas de empresas oferecendo desde um serviço específico (previsão micro localizada do tempo) até programas completos de gerenciamento (IBM, Totxs) disputam a digitalização da agricultura. Diferentemente da abertura de novos mercados de produtos, que exige períodos longos de investimento, as propostas de digitalização para a agricultura têm a promessa de ganhos imediatos de eficiência nos sistemas atuais de produção. Assim, precisa-se qualificar a noção de tecnologias disruptivas nesses casos, porque, por mais que exijam novas competências, novas práticas de extensão e a incorporação de novos insumos e equipamentos, trata-se fundamentalmente de aumentar a eficiência dos processos produtivos em operação e dos seus atores incumbentes.

Desde a eleição do presidente brasileiro Jair Bolsonaro, em 2019, houve uma radicalização no setor dos agronegócios estimulada por políticas federais incentivando um desrespeito para questões do meio ambiente, da preservação das florestas e dos direitos das comunidades tradicionais e dos povos indígenas. A principal representação dos sojicultores, a APROSOJA, rompeu com outros segmentos dos agronegócios mais integrados aos discursos globais de sustentabilidade. No entanto, pesquisas têm mostrado que existem grupos de sojicultores mais sensibilizados em relação a pelo menos alguns aspectos de sustentabilidade (Salviano, 2021). Em grande medida, porém, a noção da sustentabilidade acolhida se restringe a concepções mais amplas de eficiência, que incluem uma preocupação com a produtividade de longo prazo da propriedade. Em alguns casos, isso tem levado a iniciativas de estabelecer um grau maior de autonomia em relação ao setor de insumos agroquímicos, com a adoção de insumos biológicos e até uma reversão para sementes não transgênicas. Existe também uma valorização de mercados para a soja convencional e para a soja orgânica. Mesmo, assim, o foco é, sobretudo, limitado à própria propriedade, o que fica mais evidente quando se trata da adoção de políticas informadas por metas de sustentabilidade, do tipo SDG ou de emissões de carbono.

O caso chave aqui é a promoção de um sistema integrado de lavoura, pecuária e florestas por parte da EMBRAPA. Algumas reportagens têm destacado uma ampla adoção na região dos cerrados, mas na grande maioria dos casos se trata de uma combinação limitada de grãos e pecuária com pouco plantio de florestas, e muitas vezes com a incorporação da pecuária apenas para permitir produção no período em que o plantio da soja é proibido. As tecnologias digitais de ponta estão sendo também adotadas pelas tradings para rastrear a origem da produção da soja e da pecuária dentro de uma política de não desmatamento e de descarbonização das suas cadeias, e para aprimorar a eficiência dos sistemas de transporte e de logística.

A nossa análise, porém, aponta para um futuro de médio prazo, em que a soja estaria perdendo a sua monopolização dos mercados globais de rações animais e onde a própria pecuária também estaria sofrendo concorrência de outros tipos de proteínas. Mesmo nos mercados de proteína vegetal a soja enfrenta agora uma diversidade de outros produtos e, muito provavelmente, a soja transgênica enfrentará obstáculos graves quando se trata de consumo humano direto nos mercados de proteínas de plantas. Como indicadores, a Cargill, na China, está construindo uma planta para processar ervilha como a proteína escolhida para os seus produtos plant-based e empresas de proteína vegetal vêm proclamando o não-uso da soja OGM (organismo geneticamente modificado) ou transgênica.

A agricultura brasileira exibe duas continuidades básicas ao longo da sua história. Por um lado, a grande propriedade se manteve na transição do trabalho escravo para várias formas de assalariamento e semi-assalariamento. Produtos como cana-de-açúcar, borracha e algodão mudaram de região descendo do Norte e do Nordeste para o Sudeste do país, mas foram também absorvidos na mesma modernização com base na grande propriedade. Os imigrantes da Itália, da Alemanha e da Europa do Leste que se estabeleceram nos estados do Sul e foram progressivamente levando o seu sistema de produção para o Centro-Oeste, depois para o Norte, constituem outra continuidade, mesmo com as transmutações de escala e das possibilidades de acumulação agrícola. Por outro lado, a transição para uma agricultura de qualidade implicava, em muitos casos, uma ruptura, como nos esforços de criar polos de exportação de frutas tropicais no Nordeste, que exigiam a construção de novas cadeias ab initio e o engajamento de novos atores. Nesses casos, a inércia institucional e dos interesses estabelecidos nos agronegócios dificultaram a transição.

Qual é a situação que o “complexo” de grãos e carnes enfrenta hoje no Brasil? Por um lado, parece se tratar de uma ruptura sem precedentes, com estimativas de “peak meat” em 2025, e de paridade de preços para plant-based meats em 2023, para proteína de microrganismos em 2025, e de carne celular em 2032 (Plant Forward Industry Trend, 2020). A Boston Consulting Group (BSG) estima o mercado de carnes alternativas em mais de 10% do mercado global de carnes em torno de 2035 num valor de US\$290 bilhões. Nesses cenários haverá uma progressiva corrosão da rentabilidade dos setores tradicionais da soja e da pecuária face ao avanço dos mercados alternativos, levando a uma preocupação exclusiva com custos, em detrimento do meio ambiente e das emissões de carbono, e com a adoção das novas tecnologias para essa finalidade. Podemos prever, ademais, a continuação da radicalização política não apenas do setor de grãos e carnes, mas dessas regiões do Cerrado e do Norte tão dominadas por essa economia.

Ao analisar mais de perto, porém, podemos identificar respostas diferentes nos setores de carnes e de grãos. Nesse último setor, mudanças motivadas por uma percepção de novas oportunidades de mercados – soja convencional, soja orgânica – são ainda mínimas. No caso de carnes, todavia, embora novas start-ups e capitais de fora do setor tenham iniciado a produção de carnes plant-based e celulares (Impossible Foods, Beyond Meat, Aleph, Fazenda Futura), as empresas líderes (as incumbentes – BRF, JBS, Tyson, Cargill, Marfrig, ADM), estão todas investindo no setor e desenvolvendo marcas próprias. Da mesma forma que as empresas petrolíferas se redefiniram como empresas de energia, as empresas de carnes já se veem como empresas de proteínas e se distanciam da identificação histórica carne/soja.

Surpreendentemente, o Brasil entrou com força nesse mercado com a criação da Fazenda Futuro em 2019, no Rio de Janeiro, que lançou os seus produtos (destaque para Futuro Burger)

para o mainstream (os “flexitarianos”), e não para os nichos de vegetarianos ou veganos. Nas palavras do seu fundador Marco Leta: “A gente criou a Fazenda do Futuro para competir com os frigoríficos, não com as empresas que fabricam produtos vegetarianos ou veganos” (Fonseca, 2021). Trata-se, nesse caso, nitidamente, de uma estratégia de inovação de produto baseada em tendências de consumo no Brasil urbano, que chocam com a visão do Brasil dos agronegócios.

No mesmo ano, o vegano Bruno Fonseca, que já tinha a empresa Eat Clean de pasta de amendoim, castanha e amêndoas, lançou The New Butchers, que produz salmão e frango a partir de ervilha (100%) e não usa soja por ser identificada como OGM e com o uso de glifosato, além de não conter glúten. No início, importou 80% dos seus ingredientes, que rapidamente foram reduzidos a 10%. As ervilhas ainda são importadas, mas a empresa planeja desenvolver uma cadeia de suprimento brasileira. Ela iniciou com 1.200 pontos de venda em parceria com as redes de supermercados Pão de Açúcar, Carrefour, Angeloni e a rede de hortifruti Oba, aumentando para 8.000 pontos em 16 estados de federação em 2021. Mesmo sendo vegano, o foco do mercado, como no caso da Fazenda Futuro, é no mainstream com os concorrentes sendo os grandes frigoríficos. Em 2021, recebeu funding da Lever VC, investidor global em proteínas alternativas, e também do Paulo Veras, CEO da 99, único unicórnio brasileiro que permitiria a construção de uma nova fábrica, elevando a produção para 80 toneladas/mês (Fleischmann, 2020).

A Fazenda Futuro teve um crescimento fulminante e agora opera em 24 países em 10.000 pontos de venda. Desde 2019, já levantou US\$89 milhões em financiamento (apoio BTG) e é avaliada em US\$400 milhões. O mercado global de proteína plant-based já é avaliado em US\$4.2 bilhões com dois dígitos (15-17%) de crescimento. As empresas globais, Tyson e Cargill, rapidamente entraram como financiadoras das start-ups estadunidenses numa estratégia inicialmente de acompanhamento. A Nestlé e a Unilever, sem tradição nas carnes, também iniciaram investimentos em plant-based meats. Seguindo essa tendência, todas as global players brasileiras de carnes estão agora investindo forte nesse setor.

Em 2019, A Marfrig lançou o seu burger Rebel Whopper em parceria com ADM para ser vendido nas redes da Burger King. No mesmo ano, lançou também o burger Revolution Line em parceria agora com a Outback Steakhouse. Junto com a ADM, já criou a empresa Plant Plus Foods para entrar no mercado norte-americano. A BRF e a JBS, separadamente, lançaram toda uma linha de produtos – burgers (carne e frango), nuggets, salsichas e quibes. A empresa paulista Superbom, tradicional produtor de comida vegana/vegetariana, também lançou o seu burger gourmet, que levou um ano para ser desenvolvido com investimentos de R\$9 milhões em 2019. Esse burger não usa soja e a sua base de proteína é de ervilha, que está se tornando uma proteína favorita para opções plant-based (Azevedo, 2021). A linha Incrível da SEARA (JBS) já domina o mercado brasileiro de carnes plant-based com cerca de 60% e é a única empresa a lançar produtos inteiros de tipo filé, tanto de carne, quanto de frango. A JBS, por sua vez, está adquirindo a Vivera por Eur341 milhões, a terceira maior produtora de proteínas plant-based na Europa, com três fábricas e um centro de P&D. Nos Estados Unidos, a companhia criou a empresa Panterra para vender os produtos da linha Incrível da Seara (Beefpoint, 2021). A BRF, além da sua participação nesse segmento de proteínas plant-based, firmou uma parceria com a Aleph Lab, empresa Israelense de carne cultivada, o que indica a sua disposição de encarar uma ruptura ainda mais radical com a tradicional cadeia de carnes.

A importância global do mercado brasileiro de carne vegetal se tornou clara com a entrada da empresa norte-americana Beyond Meat, líder da nova geração de empresas start-up contes-

tando a hegemonia dos grandes frigoríficos (Vegconomist, 2020). Ao entrar, porém, precisava reconhecer que não estava mais desbravando um mercado novo, mas entrando num segmento já dominado por players nacionais e globais. Assim, adotou uma estratégia de nicho entrando no segmento prêmio em São Paulo em parceria com St. Marche. O seu burger de 226 gramas custa R\$65,90, contra R\$19,99 para o burger da Seara de 310 gramas, e o da Fazenda Futuro de R\$17,99 de 230 gramas. O mercado no Brasil já oferta 93 marcas de alternativas vegetais e mesmo que “carnes” predominem, encontra-se também alternativas para ovos, leite e produtos lácteos (GFI, 2020). Uma incerteza que paira sobre o setor, sobretudo no caso de avançar com carnes celulares, é a indefinição do quadro regulatório, que persiste também nos Estados Unidos, mas que na Europa pode ser mais facilmente negociada na regulação sobre “novel foods” já em operação. No Brasil, o Ministério de Agricultura iniciou discussões sobre a regulamentação do mercado de alternativas plant-based em 2021.

Empresas de proteína vegetal estão também surgindo nos países do Conesul. A NotCo, do Chile, com funding de US\$115 milhões e agora na mira do Bezos Expeditions, está lançando um hamburger de carne, depois de iniciar com maionese e leite vegetal. Já está presente nos Estados Unidos nas prateleiras da WholeFoods e agora começou operações no Brasil. A Live Green Company, outra empresa chilena, também iniciou com produtos lácteos vegetais, sorvetes, mas inclui agora carnes vegetais. Tanto a Live Green como NotCo usam sistemas proprietários de AI para rastrear as propriedades das plantas. Segundo uma entrevista no site GreenQueen, o co-fundador da Live Green acredita que o seu enfoque impulsionado por Inteligência Artificial (AI) para proteínas alternativas será crucial para transformar “o sistema alimentar quebrado”. Atualmente, ele argumenta, existe mais de 450.000 espécies de plantas disponíveis, 10 milhões de compostos e mais de um bilhão de pontos de dados que podem ser mapeados para produzir a próxima geração de alimentos plant-based – uma oportunidade enorme para inovação. Com base em AI, a sua empresa reduziu o tempo de inovação da sua nova linha de sorvetes para 90 dias, num processo que antes levava um ano. (Ho, 2021)..

Tomorrow’s Foods, da Argentina, que vê a NotCo como o seu concorrente mais próximo, também produz maionese, ovos e leite, e agora lança o seu hamburger vegetal. Na mesma forma da NotCo, a Tomorrow’s Foods planeja entrar no mercado brasileiro, o maior mercado de vegetarianos de América Latina, com 30 milhões de consumidores, segundo uma pesquisa IBOPE de 2018, um aumento de 75% em relação à pesquisa conduzida pela mesma empresa em 2013. Segundo investidor, Grid Exponential, a Tomorrow’s World, “tem a ambição de mudar para sempre a indústria alimentícia”. A Japan Softbank, por sua vez, grande investidor no setor de alternativas à base de plantas, está investigando duas companhias brasileiras para o seu portfólio.

Assim como as primeiras start-ups da Europa e dos Estados Unidos, as empresas do Brasil e dos vizinhos no Conesul se veem como empresas cuja missão é de transformar o sistema alimentar, motivadas por convicções éticas e ambientais. Nisso, elas se apoiam em percepções de mudanças nos padrões de consumo desses países numa região que apenas cede para os Estados Unidos nas suas tradições carnívoras. Inesperadamente, talvez, a proximidade com a realidade dos impactos da cadeia de grãos e carnes está transformando um país com um consumo per capita de quase 80 quilos de carnes num dos mercados mais dinâmicos para proteína vegetal.

A depender da fonte (ABIA, Euromonitor), o Brasil, apesar de ser o terceiro mercado mais consumidor de carnes, é o quarto ou o sexto maior para alimentos e bebidas saudáveis. Segundo a GFI, 50% dos brasileiros reduziram o seu consumo de carne em 2020 e 60% se dizem dispo-

tos e comprar alternativas à base de plantas se o preço for competitivo. A Euromonitor estima o crescimento anual desse mercado em 8%, mas as empresas do setor, segundo a USDA-Gain, calculam esse crescimento em 20% ao ano (GAIN, 2021; Euromonitor, 2020). Assustados com os avanços desse mercado, vários deputados da “bancada rural” iniciaram Projetos de Lei, que ainda tramitam no Congresso, para proibir o uso dos termos “carne” e “leite” no caso de produtos plant-based (Vegazeta, 2021). Embora a crise prolongada e os impactos da Covid-19 possam diminuir o ritmo de avanço das proteínas alternativas, as pesquisas indicam um claro aumento, tanto de opções vegetarianas, quanto da influência de questões de saúde e do meio ambiente na hora da compra.

Apesar da sua imagem, dominada pela vastidão dos seus campos, dos seus rios e das suas florestas, o Brasil tem uma taxa de urbanização entre as mais altas do mundo, em torno de 85%, que avança mesmo nas regiões da fronteira agrícola. Na nossa análise dos fatores que podem influenciar a adoção de medidas mais protetoras do meio ambiente e do clima, ameaçados pela velocidade e escala da expansão da fronteira agropecuária, enfatizamos as pressões internacionais e, sobretudo, as posições sendo adotadas pela China, tanto em relação às suas fontes de abastecimento externa, quanto aos seus padrões de consumo alimentar domésticos. No entanto, o avanço vigoroso no Brasil do mercado plant-based e o aumento não menos vigoroso de um consumo pautado em preocupações de saúde e do meio ambiente podem se tornar, inclusive, fatores decisivos na medida em que a cidade dá as costas às práticas mais predatórias das cadeias da soja e da pecuária.

O sistema agroalimentar surgiu na forma de cadeias separadas por produto, cada um com a sua genética, as suas tecnologias a montante e a jusante, os seus tipos de farming e de agricultores. Na industrialização desses sistemas, algumas distinções foram sendo erodidas pelo avanço de tecnologias convergentes, mas, mesmo assim, a pecuária leiteira e de corte tinha poucos pontos de comunicação (rações e eventual abate de vacas exauridas) e a dinâmica das suas empresas e mercados foi radicalmente distinta. Hoje, para a indústria plant-based, essas barreiras não existem e as empresas podem migrar de sorvetes para burgers a partir dos mesmos processos tecnológicos.

Os agricultores da soja e da pecuária não dispõem de igual flexibilidade e, no cenário de menor lucratividade que esboçamos acima, podem recorrer cada vez mais a medidas de maior eficiência com a ajuda dos recursos digitais, mas às custas do meio ambiente e do clima. Por outro lado, já identificamos grupos de agricultores e pecuaristas que adotam práticas de sustentabilidade e se adaptam a novas oportunidades de mercados, seja para soja convencional ou para soja e carnes orgânicas. Com a explosão dos mercados plant-based, esses destinos certamente se tornarão mais atraentes. No entanto, como vimos, as empresas desse setor estão priorizando outras fontes (ervilhas, sobretudo) e se mostram hostis ao uso da soja, associada com agroquímicos, com desmatamento e com OGMs.

Existem várias iniciativas de valorização dos produtos nativos desses biomas. Um convênio entre a CNA e a EMBRAPA visa sobretudo a identificação de árvores nativas e exóticas em seis biomas brasileiros, incluindo o Amazonas e o Cerrado, que podem ser incorporadas em sistemas de produção. Além disso, 50 espécies de plantas que foram identificadas podem ser cultivadas em forma de plantio direto, o sistema que predomina nos cerrados. A GFI, com o apoio da Climate Land & Use Alliance, lançou um edital em 2020 para a valorização de produtos nativos dos biomas dos cerrados e da região amazônica. O babaçu, o guaraná e a castanha, no Amazonas, e baru, macaúba e pequi, no Cerrado, são os produtos visados, (CAN, 2021).

Essas iniciativas, porém, são gotas de água no oceano se não forem acompanhadas por programas sólidos de financiamento para serviços ambientais e, sobretudo, por práticas de sequestro de carbono. Desde 2006, iniciativas de Payments for Ecosystem Services (PES) existem no Brasil, mas, na ausência de uma legislação nacional, dependiam da sua promoção por parte de municípios e estados e geralmente se limitaram a pequenas áreas, muitas vezes ligadas à proteção de mananciais. Mesmo prevista no Código Florestal, a Lei de Política Nacional de Pagamento para Serviços Ambientais, que já tramitava desde 2015, foi aprovada apenas em 2021. A Lei privilegia os serviços ofertados por povos indígenas, comunidades tradicionais e agricultores familiares, mas o quadro jurídico agora está definido para o surgimento de um mercado nacional. Empresas globais já atuam neste mercado e a Bayer está implementando um programa junto a 414 produtores no setor de soja/milho para manter o carbono no solo, que posteriormente pode gerar créditos de carbono. O programa usa uma máquina portátil criada por Agrobiótica, que mede o nível de carbono no solo. Calcula-se que o Brasil detém 15% do potencial mundial de sequestro de carbono ao empatar com a Indonésia e fica longe na frente do terceiro país, a República Democrática do Congo, com 5%. Embora as empresas globais estejam prontas para investir, problemas de precificação, mensuração, e monitoria, bem como os resultados pífios da COP do Clima de Glasgow, em 2021, ainda inibem o desenvolvimento de um mercado global (Lewis & Trevisani, 2021). A noção de um mercado de offsets, onde o poluidor pode continuar a poluir contanto que pague para que a poluição seja compensada por sequestros de carbono em outras atividades em outras regiões do mundo de difícil mensuração e monitoria é fortemente criticada, porque não confronta o desafio central de baixar as emissões numa transição para uma economia descarbonizada. No Brasil, por outro lado, pode servir para acomodar os sojicultores às vantagens da adoção de práticas mais sustentáveis.

9. CONCLUSÕES

Predomina nos documentos dos principais órgãos internacionais e nos discursos dos setores dominantes econômicos e políticos no Brasil uma narrativa que enfatiza os elementos resumidos a seguir. Num horizonte até 2050 (e talvez mais além), o desafio central do sistema agroalimentar global seria de alimentar uma população em rápido crescimento e num processo acelerado de urbanização, incorrendo na necessidade de assegurar uma oferta de alimentos que leve em conta a concomitante transição para dietas com maior composição de proteínas animais. O Brasil, hoje e no futuro previsível, é o país com mais capacidade de responder a esse desafio, como demonstrado na sua resposta à demanda chinesa desde o início dos anos 2000. Durante esse período, o setor da soja (e do milho), e, em menor grau, o de carnes se tornaram internacionalmente competitivos, altamente intensivos em tecnologia e capital, e atualmente com uma capacidade para dobrar a sua produção sem ameaças ao meio ambiente e às metas em torno do clima. Falta apenas completar os investimentos em infraestrutura e logística para complementar a eficiência alcançada nas propriedades.

Ao mesmo tempo, os temores em torno da desindustrialização e da reprimarização da economia brasileira não levam em conta que os agronegócios são, hoje em dia, uma atividade essencialmente industrial, capaz de avançar na fronteira da inovação tecnológica. O setor é um gerador de empregos cada vez mais qualificados dentro da atividade agrícola e um grande gerador de empregos nas atividades do conjunto da cadeia. Além de ter se tornado o setor mais importante da economia, do ponto de vista de geração de divisas, e de promover um desenvolvimento regio-

nal com níveis de IDH, ou Índice de Desenvolvimento Humano, acima da média para o país, continua a assegurar o abastecimento doméstico revertendo a crônica situação de dependência de importações de alimentos há apenas três, quatro décadas atrás.

Não é questão, aqui, de entrar nos efeitos perversos da internalização dessa narrativa por parte dos produtores, as suas associações e os seus representantes no executivo e legislativo, ou de desmerecer o enorme feito histórico que a abertura e a consolidação da fronteira agropecuária no Cerrado representam. A nossa análise, no entanto, aponta para a necessidade de qualificar essa narrativa sob pena de levar o Brasil a um cul-de-sac com transtornos sociais e políticos graves. Em relações de duopólio nem sempre fica claro quem está refém de quem. Ao longo das últimas duas décadas, a China experimentou o dilema, que foi também do Japão e antes da Inglaterra, de como compatibilizar um compromisso com o desenvolvimento com a sua precondição, a segurança alimentar. Tanto a Inglaterra, como o Japão tinham não apenas de recorrer aos mercados internacionais, mas de redesenhar esses mercados de acordo com as suas percepções das suas necessidades. Para a Inglaterra, o seu império todo foi mobilizado com esse propósito, enquanto para o Japão a abertura dos cerrados brasileiros foi o suficiente. Assim, a Inglaterra se livrou de ser refém dos pobres excedentes da Rússia e o Japão, do poderoso monopólio dos Estados Unidos.

A China podia continuar a jogar entre o Brasil e os Estados Unidos, mas tamanha dependência de insumos fundamentais e tamanha incerteza política se mostraram riscos que ela resolveu não correr. Pragmaticamente, a China se encaminhou para estabelecer um maior controle sobre as cadeias globais estabelecidas, maiores níveis de autossuficiência agrícola apostando na aplicação de hightech, e maior diversificação das suas fontes de abastecimento, que desembocou na estratégia global One Belt One Road, tudo isso complementado por políticas cada vez mais enfáticas para reduzir o consumo de carnes.

Simultaneamente, a China, como muitos outros países da Ásia e do Oriente Médio que padecem de recursos naturais, está abraçando as inovações disruptivas que ameaçam a médio prazo o conjunto das cadeias tradicionais de proteína animal. Podem não levar ao sucateamento dessas cadeias nos prazos preconizados pelos autores de ReThink, mas o crescimento desses mercados alternativos parece suficiente para minar o patamar de preços que turbinaram a expansão nas últimas duas décadas. Pode-se pensar que outros países emergentes pegariam o bastão, mas muitos desses países têm tradições culturais e religiosas que limitam o mercado de carnes; muitos deles estão pela mesma razão mais propensos a adotar as novas alternativas e nenhum tem a escala para absorver a oferta que a demanda da China criou.

Ao mesmo tempo, enquanto o Brasil se apresenta ao mundo como um país dos agronegócios da soja, dos grãos e das carnes, o consumo no Brasil urbano, que abriga 85% da população, se mostra cada vez mais aberto a carnes alternativas à base de plantas e afinado com as preocupações globais em relação à saúde, ao meio ambiente e ao clima. O Brasil tem o seu próprio ecossistema de start-ups e capital de risco nesse setor, capazes inclusive de competir nos mercados do Norte. Os líderes tradicionais do setor de carnes, tanto nos países do Norte, quanto no Brasil, investem pesadamente nesse novo setor, até se reposicionando como empresas de proteínas. Assim, abre-se uma brecha entre as cadeias da soja e as cadeias das “carnes”.

Por mais que a narrativa dominante reforce o vínculo com os desbravadores que abriram a fronteira do Cerrado, a realidade hoje é bem diferente. Os novos desbravadores, agora no Norte do país, são muitas vezes empresas turbinadas por fundos de investimentos, nacionais e interna-

cionais, e os consolidados são frequentemente megaprodutores, alguns no caminho de se tornar parceiros das tradings. A maioria, porém, ainda são agricultores de médio porte que em bons anos podem acumular, mas que sofrem a pressão dos altos custos dos insumos cobrados pelo setor agroquímico enquanto sofrem do lock-in do sistema de plantio direto/glifosato/soja OGM. Os grandes produtores e as empresas S.A. são cada vez mais afinados com as exigências dos mercados internacionais, enquanto os médios são alvos de uma narrativa que os levam a desafiar o que são identificadas como pressões externas que apenas acobertam o velho protecionismo.

Grupos de produtores, no entanto, estão se mostrando mais antenados nas oportunidades dos novos mercados (orgânicos, convencionais, outras culturas, pagamentos por serviços ambientais). Outros, mais ousados, estão buscando maior autonomia em relação aos pacotes de insumos das empresas agroquímicas e desenvolvendo soluções on farm de rotas biológicas alternativas. A mesma ousadia precisa ser acionada para enfrentar mais uma ameaça de lock-in, desta vez digital, já evidente nos Estados Unidos nas brigas para o direito de os produtores poderem entrar nas caixas-pretas das máquinas agrícolas inteligentes.

Enquanto isso, o sistema agroalimentar passa por transformações que para alguns analistas são tão profundas que podem ser caracterizadas como uma segunda domesticação, partindo dos micro-organismos para crescer o alimento, ao invés de extrair o alimento dos seres vivos. Mesmo afastando essa perspectiva para um futuro mais longínquo, a realidade no início da terceira década dos anos 2000 já encaminha para o que estamos chamando de controlled environment agriculture, deixando o “campo”, cada vez mais, para os ritmos de reprodução da natureza. Trata-se de uma agricultura que se pauta na domesticação do ecossistema como um todo, inclusive a sua fonte de energia, o sol.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGLIETTA, M.; BAI, G. *China's Development: Capitalism and Empire*. Oxfordshire: Routledge, 2013.
- ALLAIRE, G.; BOYER, R. *La Grande Transformation de la Agriculture*. Versailles: Inra-Quae, 1995.
- ALLEN, K. China launches “clean plate” campaign against food waste. 2020. Disponível em: <<https://www.bbc.com/news/world-asia-china-53761295>>. Acesso em: 29 set. 2021.
- AZEVEDO, D. Brazilian giants invest in alterative proteins. 2021. Disponível em: <<https://www.poultryworld.net/Meat/Articles/2021/5/Brazilian-giants-invest-in-alternative-proteins-741754E/>>. Acesso em: 02 set. 2021.
- BEEFPOINT. SEARA aposta no crescimento do mercado de proteína plant-based. 2021. Disponível em: <<https://www.beefpoint.com.br/seara-eleva-aposta-no-crescente-mercado-de-proteinas-plant-based/>>. Acesso em: 04 set. 2021.
- BEEK, V. ter. China's Pig Industry will rise like a Phoenix. 2020. Disponível em: <<https://www.pigprogress.net/Health/Articles/2020/4/Chinas-pig-industry-will-rise-like-a-phoenix-560395E/>>. Acesso em: 23 set 2021.
- BLAGOJEVIC, K. Interview. [Entrevista concedida a] Sky News. 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=pMqdbVLsMzk>> . Acesso em: 29 out. 2021.
- BOLTANSKI, L.; CHIAPELLO, E. *Le Nouvel Éspirit du Capitalisme*. Paris: Gallimard, 1999.
- CAI, Y-Z, ZHANG, Z. Shanghai: Trends towards specialised and capital-intensive urban agriculture. 1999. Disponível em: <<http://formosastudio.pbworks.com/f/ShanghaiUrbanAgTrends.PDF>>. Acesso em: 10 out. 2021.
- CAMBRIDGE HOK. How Much does vertical farming cost? [s.d.] Disponível em: <<https://cambridgehok.co.uk/news/how-much-does-vertical-farming-cost>>. Acesso em: 08 set. 2021

- CAMPBELL, C. How China could change the world by taking meat off the menu. 2021. Disponível em: <<https://time.com/5930095/china-plant-based-meat/>>. Acesso em: 09 out. 2021.
- CAVALCANTI, J.S. Frutas para o Mercado Global. *Estudos Avançados*, 11 (29), 1997. Disponível em: <<https://revistas.usp.br>>. Acesso em: 28/08/2021.
- CHATZKY, A. & McBRIDE, J. China's Massive Belt & Road Initiative. 2020. Disponível em: <<https://www.cfr.org/backgrounder/chinas-massive-belt-and-road-initiative>>. Acesso em: 23 set. 2021.
- CHEN, V. Startup secures China's largest cultivated meat investment yet. 2020. Disponível em: <<https://www.gfi-apac.org/blog/progress-startup-secures-chinas-largest-cultivated-meat-investment-yet/>>. Acesso em: 10 out. 2021.
- CHINA COUNCIL FOR INTERNATIONAL COOPERATION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (CCI-CED). China's Role in Greening Global Value Chains. China Council for International Cooperation on Environment and Development, Beijing, 2016.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA (CAN). Projeto Biomas apresenta resultados das pesquisas do Cerrado. 2021. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/noticias/projeto-biomas-apresenta-resultados-das-pesquisas-no-cerrado>>. Acesso em: 01 out. 2021.
- CONEXÃO PLANETA. China lança campanha para reduzir em 50% o consumo de carne vermelha. 2016. Disponível em: <<https://conexaoplaneta.com.br/blog/china-lanca-campanha-para-reduzir-em-50-o-consumo-de-carne-vermelha/>>. Acesso em: 07 jul.2021.
- CONRAD, B. China in Copenhagen. Reconciling the Beijing Climate Revolution and the Copenhagen Climate Obstnacy. *The China Quarterly*, 210, 435-455, 2012. Disponível em: <<https://cambridge.org>>. Acesso em: 02/09/2021.
- CHRIKI, S. HOCQUETTE, J-F. The Myth of Cultured Meat: a Review. *Frontiers in Nutrition*. 2020. Doi: org/10.3389/fnut.2020.00007. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2020.00007/full>>. Acesso em 27 ago. 2020.
- DE MARIA et al. Global Soybean Trade. The Geopolitics of a Bean. 2020. UK Research and Innovation Global Challenges Research Fund (UKRI GCRF) Trade, Development and the Environment Hub. DOI: <<https://doi.org/10.34892/7yn1-k494>>. Disponível em: <https://trahedhub.earth/wp-content/uploads/2020/10/Global-Soybean-Trade-The-Geopolitics-of-a-Bean-1.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2021.
- DENT, M. Cultured Meat 2021-2041. Technologies, Markets, Forecasts. 2021. Disponível em: <<https://www.idtechex.com/en/research-report/cultured-meat-2021-2041-technologies-markets-forecasts/815>>. Acesso em: 21 set. 2021.
- DESPOMMIER, D. The Vertical Farm. Feeding the World in the 21st Century. St. Martins Publishing Group. 2011.
- DIAZ, C. 3 Ways Singapore's Urban Farms are Improving Food Security. *The World Economic Forum*, 2021. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2021/04/singapore-urban-farms-food-security-2030/>>. Acesso em: 23 out. 2021.
- DOLGIN, E. Will cell-based meat ever be a dinner staple. *Nature*, 2020. Doi: 10./038/d4186-020-034481, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/347525547_Will_cell-based_meat_ever_be_a_dinner_staple>. Acesso em: 20 set. 2021.
- DONLEY, A. China proposes "soybean alliance" with Russia. 2020. Disponível em: <<https://www.world-grain.com/articles/14152-china-proposes-soybean-alliance-with-russia>>. Acesso em: 10 out.2021.
- ETC GROUP. Too Big to Feed: The Short Report. 2017. Disponível em: <https://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/too_big_to_feed_short_report_etc_ipes_web_final.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.
- FASSLER, J. Lab-grown meat is supposed to be inevitable. The science tells a different story. *The Counter*, 2021. Disponível em: <<https://thecounter.org/lab-grown-cultivated-meat-cost-at-scale/>>. Acesso em: 29 set. 2021.

- FLEISCHMANN, I. A plant-based que “chegou-de-fininho a construir a categoria no Brasil: The New Butchers. 2020. Disponível em: <<https://labsnews.com/pt-br/artigos/negocios/a-plant-based-que-chegou-de-fininho-e-quer-construir-a-categoria-no-brasil-the-new-butchers/>>. Acesso em: 09 set. 2021.
- FLIGSTEIN, N. *The Architecture of Markets: An Economic Sociology of Twenty-First-Century Capitalist Societies*. Princeton: Princeton University Press, 2001.
- FONSECA, M. Fazenda Futuro: como a startup que aposta em carne de planta para superar frigoríficos já vale R\$715 milhões. 2021. Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/do-zero-ao-topo/fazenda-futuro-como-a-startup-que-aposta-em-carne-de-planta-para-superar-frigorificos-ja-vale-r-715-milhoes/>>. Acesso em: 11 out. 2021.
- GAIN. Market overview of plant-based meat alternative production in China. 2021. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Market%20Overview%20of%20Plant-Based%20Meat%20Alternative%20Products%20in%20China_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_01-07-2021>. Acesso em: 28 ago. 2021.
- GFI-Crosser, N. The GFI State of the Industry Reports show alternative proteins are poised to flourish post COVID19. 2020. Disponível em: <<https://gfi.org/blog/state-of-the-industry-2020/>>. Acesso em: 20 set. 2021.
- GLENN, E.; YAO, K.; COGHILL, K. 2016. China loosens land transfer rules to spur larger more efficient firms. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/us-china-economy-landrights-idUSKBN12Y09F>>. Acesso em: 28 ago. 2021.
- GOODMAN, D.; SORJ, B.; WILKINSON, J. *From Farming to Biotechnology*. Hoboken: Blackwell Publishing, 1987.
- GRANT, T. Explorando a produção de café na China. 2021. Disponível em: <<https://perfectdailygrind.com/pt/2021/05/03/explorando-a-producao-de-cafe-na-china/>>. Acesso em: 10 out. 2021.
- HARVEY, M.; QUILLEY, S.; BEYNON, H. *Exploring the Tomato: Transformations of Nature, Society and Economy*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2002.
- HIGH LEVEL PANEL OF EXPERTS ON FOOD SECURITY AND NUTRITION (HLPE). *Biofuels and food security. A report by the High-Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security*. Rome; FAO, 2013.
- HO, S. AI powered Chilean Startup The Live Green Co launches plant-based ice-cream with 90 day R&D. 2021. Disponível em: <<https://www.greenqueen.com.hk/ai-powered-chilean-startup-the-live-green-co-launches-plant-based-ice-cream-with-90-day-rd/>>. Acesso em: 11 out. 2021.
- HORTIDAILY. The Rise of Tech Giant Panasonic in Greenhouse Agriculture. 2020. Disponível em: <<https://www.hortidaily.com/article/9176969/the-rise-of-of-tech-giant-panasonic-in-greenhouse-horticulture/>>. Acesso em: 26 ago. 2021.
- HUANG, Y. *Capitalism with Chinese Characteristics: Entrepreneurship and the State*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- HUANG, P.C.C. China’s New Age Small Farms and their Vertical Integration: Agribusiness or Co-ops? *Modern China*, v. 37, n.2, p.:107-134, 2011. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/home/mcx>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- HULING, R. Record US\$3.1 billion invested in alternative proteins in 2020. APAC fastest growing region. 2021. Disponível em: <<https://www.gfi-apac.org/blog/record-3-1-billion-invested-in-alt-proteins-in-2020-apac-is-fastest-growing-region/>>. Acesso em: 23 ago. 2021.
- HUMBIRD, D. Scale-up economics for cultured meat: Techno-Economic Analysis and Due Diligence. *Biotechnology & Bioengineering*, 8, ago. 2021. doi:10.31224/osfio/795su. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/>>

- publication/348009195_Scale-Up_Economics_for_Cultured_Meat_Techno-Economic_Analysis_and_Due_Diligence>. Acesso em: 27 set. 2021.
- KAPLINSKY, R.; TIJAJA, J.; TERHEGGEN, A. 2010. What happens when the Market shifts to China? The Gabon Timber and the Thai Cassava Value Chains. Policy Research Working Papers. World Bank, 2010.
- LEWIS, J. T & TREVISANI, P. Storing Carbon holds growing appeal for Brazil's farmers. 2021. Disponível em: <<https://www.wsj.com/articles/storing-carbon-holds-growing-appeal-for-brazils-farmers-11625565600>>. Acesso em: 03 out. 2021.
- LIAO, Y et al. Past, Present a Future of Industry 4.0: a systematic literature review and research agenda proposal. International Journal of Production Research, 55, n. 12, p. 3609-3629, 2017. DOI: 10.1080/00207543.2017.1308576. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/toc/tprs20/current>>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- LYU, J. Agriculture 5.0 in China: New Technology Frontiers and the Challenges to increase Productivity. In: JANK, M.; GUO, P.; MIRANDA, S.H.G de (org.). China-Brazil: Partnership on Agriculture and Food Security. Piracicaba : ESALQ/USP, 2020. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/biblioteca/content/livro-china-brazil-partnership-agriculture-and-food-security>>. Acesso em: 19 ago. 2021.
- MARKETS & MARKETS. The Plant-based Meat Market. 2020. Disponível em: <<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/plant-based-meat-market-44922705.html>>. Acesso em: 22 out. 2021.
- MCMICHAEL, P. Global Development and the Corporate Food Regime. Research in Rural Sociology, Vol. 11. p. 265-299, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242023885_Global_Development_and_The_Corporate_Food_Regime>. Acesso em: 02 set. 2021.
- MEYERS, J. Cashing in on a new Thirst for Java. 2016. Disponível em: <<https://www.bbc.com/worklife/article/20160628-yuan-more-coffee-chinas-lucrative-caffeine-craze>>. Acesso em: 13 out. 2021.
- MINNEWS. How does Netease Weiyang, a veritable pig farm, play with “Internet + Pig Raising”? 2021. Disponível em: <<https://min.news/en/economy/f8bcb1ed90e42c0e738c160a09f3b153.html>>. Acesso em: 08 set. 2021.
- MOL, A. & CARTER, N. T. China's Environmental Governance in Transition. Environmental Politics, 15, n. 2, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/40115224_China's_Environmental_Governance_in_Transition>. Acesso em: 01 set. 2021.
- MONBIOT, G. Lab-grown food will soon destroy farming – and save the planet. 2021. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/commentisfree/2020/jan/08/lab-grown-food-destroy-farming-save-planet>>. Acesso em: 15 ago. 2021.
- NATRAJAN, S. Urban Agriculture, Food Security and Sustainable Urban Food Systems in China. 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/353040478_Urban_Agriculture_Food_Security_and_Sustainable_Urban_Food_Systems_in_China>. Acesso em: 30 ago. 2021.
- NAUGHTON, B. The Chinese Economy: Transitions and Growth. Cambridge: MIT Press, 2007.
- NESLEN, A. Vertical Farming's Sky High Ambitions cut short by EU Organic Rules. Politico, 2021. Disponível em: <<https://www.politico.eu/article/vertical-farming-eu-organic-rules-startups/>>. Acesso em: 22 out. 2021.
- PATIL, A.; BAUL, S. Vertical Farming Market by Structure (Building-based Structure and Container-based Structure), Growth Mechanism (Hydroponics, Aeroponics, and Aquaponics), and Component (Irrigation Component, Lighting, Sensor, Climate Control, Building Material, and Others): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2021–2030. Portland: Allied Market Research, 2021. Disponível em: <www.alliedmarketresearch.com>. Acesso em: 20 set. 2021.

- PATTON, D. Flush with Cash Chines hog producer build the world's largest pig farm. 2020. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/us-china-swinefever-muyuanfoods-change-s-idUSKBN28H0MU>>. Acesso em: 09 set. 2021.
- PERSSON, J. Nordic Harvest Danish-Taiwanese indoor farming collaboration. Scandasia, 2021. Disponível em: <<https://scandasia.com/nordic-harvest-danish-taiwanese-indoor-farming-collaboration/>>. Acesso em: 02 set. 2021.
- PIECHOWIAK, M. Countries Using Vertical Farming. Vertical Farming Planet, [s.d.]. Disponível em: <<https://verticalfarmingplanet.com/countries-using-vertical-farming/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- PLANT FORWARD. Top 10 Trends of 2021. 2021. A Plant Forward Future. Disponível em: <<https://www.innovaflavors.com/blog/a-plant-forward-future>>. Acesso em: 27 jul. 2021.
- POLLARD, M.Q. Chinese firms bet on plant-based meat as coronavirus fuels healthy eating trend. 2020. Disponível em <<https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-china-plant-based-idUSKBN2660EA>>. Acesso em: 20 out. 2021.
- POST, M et al. Scientific Sustainability and Regulatory Challenges of Cultured Meat. *Nature Food*, 1. p. 403-415, 2020. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s43016-020-0112-z>>. Acesso em: 26 ago. 2020.
- QUARTZ. Lab Grown Meat Companies.[s.d.]. Disponível em: <<https://cellbasedtech.com/lab-grown-meat-companies>>. Acesso em: 19 set. 2021.
- RAYNOLDS, L.; MURRAY, D.; WILKINSON, J. (eds). *Fair Trade. The challenges of transforming capitalism*. Abingdon: Routledge, 2007.
- RETHINKX. *Rethink Food and Agriculture 2020-2030*. 2019. Disponível em: <<https://www.rethinkx.com/food-and-agriculture>>. Acesso em: 02/08/2021.
- ROGERS, S. et al. Scaling up Agriculture? The Dynamics of Land Transfer in Inland China. *World Development*, v. 146, 2021. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/a/eee/wdevel/v146y2021ics0305750x21001789.html>>. Acesso em 31/10/2021.
- SANANBIO. Sananbio announces the availability of its unmanned vertical farming systems UPLIFT to global growers. 2020. Disponível em: <<https://www.newswire.ca/news-releases/sananbio-announces-the-availability-of-its-unmanned-vertical-farming-system-uplift-to-global-growers-832185351.html>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- SELWYN, B. Disciplining Capital – export grape production, the State and class dynamics in Northeastern Brazil. *Third World Quarterly*, vol. 30, n. 3, 2009. Disponível em: Acesso em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01436590902742305>>. Acesso em: 28/08/2021.
- SHAPIRO, P. *Clean Meat: How growing meat without animals will revolutionize dinner and the world*. New York: Gallery Books, 2018.
- SHARMA, S. *The Need for Feed: China's demand for industrial meats and its impacts*. The Institute for Agriculture and Trade Policy (IATP), 2014.
- SCHNEIDER, M. Dragon Head Enterprises and the State of Agribusiness in China. *Journal of Agrarian Change*, v. 17 n. 1, p. 3–21, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/299592990_Dragon_Head_Enterprises_and_the_State_of_Agribusiness_in_China>. Acesso em: 02 jul. 2021.
- SOLIDARIDAD. *China's Soy Crushing Industry: Impact on the Global Sustainability Agenda*. 2017. Disponível em: <<https://www.solidaridadnetwork.org/publications/chinas-soy-crushing-industry-impacts-on-global-sustainability-agenda/>>. Acesso em: 19 ago. 2021.
- SUN, L.; YE, L.T.; REED, M. The Impact of income growth on the quality structure improvement of imported food: evidence from China's firm level data. *China Agricultural Economic Review*, v.12, n. 4, 2020. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/CAER-03-2019-0055/full/html>>. Acesso em: 07 jul. 2021.

- SURKES, S. China makes a massive investment in Israeli lab meat technology. 2021. Disponível em: <<https://www.timesofisrael.com/china-makes-massive-investment-in-israeli-lab-meat-technology/>>. Acesso em: 08 set. 2021.
- SELBY, G. Lab-grown meat: One in three consumers ready to try, US shows greater willingness than UK. FoodIngredientsFirst, 2018. Disponível em: <<https://www.foodingredientsfirst.com/news/lab-grown-meat-one-in-three-consumers-ready-to-try-us-shows-greater-willingness-than-uk.html>>. Acesso em: 23 set. 2021.
- SZEN. N. W. Re-Imagining Future of Vertical Farming: Using Modular Design as the Sustainable Solution. 2017. Dissertação (Licenciatura em Ciências) – Universiti Sains Malaysia, Malásia, 2017. Disponível em: <https://issuu.com/ngwilszen/docs/re-imagining_future_of_vertical_farming-using_modula/s/167947>. Acesso em: 02 jul. 2021.
- THE LUXURY CONVERSATION. How to show China´s wine lovers a good time. 2018. Disponível em: <<https://www.scmp.com/magazines/style/travel-food/article/2164659/how-show-chinas-wine-lovers-good-time>>. Acesso em: 11 out. 2021.
- THOMPSON, F. M. L. The Second Agricultural Revolution, 1815-1880. *The Economic History Review*, v. 21, n. 1, p. 62-77, 1968. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1468-0289.1968.tb01002.x>>. Acesso em: 08 ago. 2021.
- THORPE, D. How China leads the world in indoor farming. [s.d.] Disponível em: <<https://www.smartcitiesdive.com/ex/sustainablecitiescollective/chinas-indoor-farming-research-feed-cities-leads-world/409606/>>. Acesso: em 03 ago. 2021.
- UNFOLD. We amplify the capability of vertical farmers. [s.d.] Disponível em: <<https://unfold.ag/company>>. Acesso em: 22 out. 2021.
- VALCESCHINI, E. & NICOLAS, F. *Agro-alimentaire: une économie de la qualité*, Versailles: Inra-Quae, 1995.
- VEGAZETA. Para Deputado PL que proíbe o termo “carne vegetal” já deveria ter sido aprovado. 2021. Disponível em: <<https://vegazeta.com.br/para-deputado-pl-que-proibe-termo-carne-vegetal-ja-deveria-ter-sido-aprovado/>>. Acesso em: 20 set. 2021.
- VEGCONOMIST. Beyond Meat enters Brazilian market, expands further into China. 2020. Disponível em: <<https://vegconomist.com/food-and-beverage/beyond-meat-enters-brazilian-market-expands-further-into-china/>>. Acesso em: 22/10/2021.
- WANG, O. Cientistas chineses fazem um avanço que poderia produzir grandes quantidades de ração animal a partir de gás industrial e reduzir a dependência da soja. Disponível em: [PT] Chinese scientists hail breakthrough that could produce large quantities of animal feed from industrial gas and reduce dependence on soybean imports.pdf – Google Drive . Acesso em 10/10/2021
- WILKINSON, J. Adjusting to a Demand Oriented Food System, *New Direction for Biotechnology Innovation. Agriculture and Human Values*, 10, n. 2, 39 p., 1993. Disponível em: <https://econpapers.repec.org/article/spragrhu/v_3a10_3ay_3a1993_3ai_3a2_3ap_3a31-39.htm>. Acesso em: 28 ago. 2021.
- WILKINSON, J.; ROCHA, R. Agroindustrial Trends, patterns and Development Impact. In: SILVA, C. A. da, Baker, D., Shepherd, A. W., JENANE, C. (org.). *Agroindustry for Development*. Roma: CAB International e FAO, 2009.
- WILKINSON, J. O Setor Privado Lidera Inovação Radical no Sistema Agroalimentar desde a Produção até o Consumo. In: GOULET, F.; LE COQ, J.F.; SOTOMAYOR, O. (org.). *Políticas Públicas e Sistemas de Inovação Agropecuária em América Latina*. Rio de Janeiro: E-Papers, 2019.
- WILKINSON, J.; WESZ JR., W.; LOPANE A. Brazil and China: The Agribusiness Connection in the Southern Cone Context. *Third World Thematics* 1: 5, p. 726-745, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/321111368_Brazil_and_China_the_agribusiness_connection_in_the_Southern_Cone_context>. Acesso em: 26 ago. 2021.

- WILKINSON, J.; GARCIA, A.; ESCHER, F. The Brazil China Nexus in Agrofood. *International Quarterly for Asian Studies* (no prelo).
- WILLET, W. et al. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets for a sustainable food system. *Lancet Commissions*, vol. 393, n. 10.170, p.447-492, 2019. Disponível em: <<https://www.ifpri.org/publication/food-anthropocene-eatlancet-commission-healthy-diets-sustainable-food-systems>>. Acesso em: 26 ago. 2021.
- XIAOSHENG, G. China's Evolving Image in International Climate Negotiations, *China Quarterly of International Strategic Studies*, vol 4, n. 2, p. 213-239, 2018. Disponível em: <<https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S2377740018500112>>. Acesso em: 07 jul. 2021.
- XIE, J. et al. Gobi agriculture: an innovative farming system that increases energy and water use efficiencies: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 38, n. 62, 2018. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-018-0540-4>>. Acesso em: 23 ago. 2021.
- ZAYNER, Cultured meat will not be realistic anytime soon: the numbers behind the hype. 2018. Disponível em: <<https://medium.com/@josiah.zayner/cultured-meat-will-not-be-realistic-anytime-soon-the-numbers-behind-the-hype-77b64d580996>>. Acesso em: 27 set. 2021.
- ZHAN, S. H., (2019). *The Land Question in China: Agrarian Capitalism, Industrious Revolution, and East Asian Development*. Oxfordshire Routledge, 2019.
- ZHANG, H. *China's "Rice Bowl": China and Global Food Security*. London: Palgrave MacMillan, 2018.

