

Demandas tecnológicas na agricultura urbana intensiva

Antonio Bliska Júnior¹

Flávia Maria de Mello Bliska²

Wellington Mary³

Resumo: Nos últimos 20 anos cresce no mundo todo o interesse pela produção agrícola, para fins alimentícios ou não, em áreas urbanas ou periurbanas – Agricultura Urbana. Contribuem para esse movimento a preocupação da sociedade e dos formuladores de políticas públicas de desenvolvimento local e regional com a ocupação de espaços ociosos, com a ampliação de áreas verdes, mitigação de enchentes e de ilhas de calor nas metrópoles, com a intensificação da demanda de alimentos e com as mudanças no modo de produzir e consumir alimentos saudáveis e funcionais. Aos benefícios vinculados ao planejamento da ocupação urbana e ao bem-estar da população somam-se benefícios socioeconômicos, como a utilização de mão de obra e insumos disponíveis no entorno ou dentro da área urbana e a redução dos custos de logística mediante a proximidade entre produtores e consumidores e a consequente redução no uso de combustíveis fósseis, contribuindo para a sustentabilidade do sistema produtivo. A Agricultura Urbana compreende alimentos de origem vegetal ou animal, sejam produzidos de forma convencional, sofisticada ou exclusiva (como brotos, micro verdes e mini hortaliças), plantas ornamentais e para extração de fármacos. A produção vegetal pode ocorrer tanto ao ar livre como em ambientes protegidos, no solo ou por meio do cultivo intensivo, com ou sem substratos, com ou sem luz artificial, ou ainda com diferentes níveis de automação e controle ambiental, através do monitoramento de temperatura e uso desumidificadores para manutenção da sanidade vegetal. Além disso, ela precisa atentar à economia de água e insumos, para obter maior eficiência energética. A Agricultura Urbana também pode proporcionar maior contato das pessoas com a natureza e incorporar atividades educacionais e terapêuticas. Porém, a transferência dos sistemas de produção agrícola do campo para a área urbana pode exigir soluções tecnológicas específicas, com diferentes níveis de complexidade e estratégias competitivas e organizacionais, visando à sustentabilidade dos novos modelos de negócio (Indústria 4.0) e de planejamento urbano. Por conseguinte, o objeto deste artigo é identificar as demandas tecnológicas da agricultura urbana, quanto à produção intensiva de plantas em ambientes altamente controlados,

1 Doutor em Engenharia Agrícola pela UNICAMP. cv Lattes: lattes.cnpq.br/9999870739203731. E-mail: bliskajr@unicamp.br.

2 Doutora em Ciências (Economia Rural) pela USP. cv Lattes: lattes.cnpq.br/4488816707615254. E-mail: bliska@iac.sp.gov.br.

3 Doutor em Engenharia Agrícola pela UNICAMP. cv Lattes: lattes.cnpq.br/8251458624954915. E-mail: wmary2@hotmail.com.

tendo em vista a eficiência do sistema produtivo, quanto à sua produtividade, qualidade e rentabilidade, por meio de análise diagnóstica, através de dados secundários e entrevistas com agentes-chave na cadeia produtiva.

Palavras-chave: Inovações tecnológicas. Prospecção de demandas. Agricultura urbana.

Technological requirements in intensive urban farming

Abstract: In the last twenty years, there has been a worldwide growth of interest in agricultural production, whether for reasons of food or not, in urban or peri-urban areas – Urban Agriculture. Factors that have contributed to this growth are the concern of society and of local and regional policy makers with the use of inactive spaces, the expansion of green areas, flood mitigation and heat islands in the large cities, with the intensification of the demand for food and changes in the way we produce and consume healthy and functional foods. In addition to the benefits to urban development and public well-being, there are socioeconomic benefits such as using labor and inputs available in the environment as well as the reduction of logistics costs because of the proximity between producers and consumers and the consequent reduction in the use of fossil fuels, which contribute to the sustainability of the productive system. Urban agriculture produces food of vegetable or animal origin, whether produced in a conventional, advanced, or highly specialized manner (such as sprouts, micro greens and mini vegetables), ornamental plants and plants for drug extraction. Crop production can take place both outdoors and in protected environments, on the soil or through intensive cultivation, with or without substrates, with or without artificial light. Different degrees of automation are possible as well as environmental control through temperature monitoring or the use dehumidifiers to sustain plant health. In addition, a focus on water and input savings for greater energy efficiency is necessary. Urban agriculture can also provide greater contact for people with nature and incorporate educational and therapeutic activities. The transfer of agricultural production systems from the field to the urban area may also require specific technological solutions, involve different levels of complexity and call for specific competitive and organizational strategies, aiming at the sustainability of new business models (Industry 4.0) and urban planning. The aim of this article is hence to identify the technological demands of urban agriculture with regard to the intensive production of plants in highly controlled environments with respect to the efficiency of the productive system, to their productivity, quality and profitability. The paper offers a diagnostic through secondary data and interviews with key agents in the production chain.

Keywords: Technological innovation in agriculture. Agricultural product demands. Urban agriculture.

Agricultura Urbana: conceitos

Nos últimos 20 anos a preocupação da sociedade e dos formuladores de políticas públicas de desenvolvimento local e regional com a alimentação da população mundial é crescente, principalmente em função do aumento da população urbana em detrimento da população rural (FAO, 2018). Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2018), 30% da população mundial residiam em áreas urbanas em 1950; em 2018, esse percentual atingiu 55%; e até o ano 2050 deverá alcançar os 68%.

No Brasil, o processo de urbanização se mantém acelerado e apresenta grande diversidade de realidades; no entanto, principalmente nos países em desenvolvimento, as raízes do ser humano com a terra nunca foram totalmente perdidas e vegetais e animais continuaram a ser produzidos ou criados nas áreas urbanas (UNDP, 1996).

À preocupação com a segurança alimentar e à contaminação por lixiviação de fertilizantes e defensivos agrícolas somam-se as preocupações com a ocupação de espaços ociosos nos centros urbanos, com a ampliação de áreas verdes e com a mitigação de enchentes e de ilhas de calor nas metrópoles. Conseqüentemente, tem aumentado de forma significativa o interesse mundial pela produção agrícola, para fins alimentícios ou não, em áreas urbanas ou periurbanas.

De forma concisa, a agricultura urbana procura soluções para resolver ou enfrentar os distintos desafios do desenvolvimento, estimulada por uma rede intrincada de fatores complexos (MOUGEOT, 2000a, 2000b).

Agricultura urbana é a praticada dentro (intra-urbana) ou na periferia (periurbana) dos centros urbanos (sejam eles pequenas localidades, cidades ou até megalópolis), onde cultiva, produz, cria, processa e distribui uma variedade de produtos alimentícios e não alimentícios, (re)utiliza largamente os recursos humanos e materiais e os produtos e serviços encontrados dentro e em torno da área urbana, e, por sua vez, oferece recursos humanos e materiais, produtos e serviços para essa mesma área urbana. (MOUGEOT, 2000b, p. 5)

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação — FAO (FAO, 2001; 2009; 2014; 2016), a agricultura urbana e periurbana, também citada como AUP, fornece produtos alimentícios de diferentes tipos. Desde vegetais, tais como grãos, tubérculos, legumes,

cogumelos e frutos, até animais, tais como aves, coelhos, cabras, ovelhas, gado, porcos, porquinhos-da-índia e peixes (aquicultura em pequena escala). Além dos produtos convencionais, a agricultura urbana pode compreender a produção de alimentos sofisticados ou exclusivos, como brotos, microverdes, mini-hortaliças e cogumelos. Também fornece produtos não alimentícios, tais como ervas aromáticas, plantas para extração de fármacos e plantas ornamentais, além dos serviços ecológicos propiciados pela agricultura, silvicultura e pesca. A Agricultura Urbana também pode proporcionar maior contato das pessoas com a natureza e incorporar atividades educacionais e terapêuticas.

Normalmente, as definições de Agricultura Urbana se referem aos sistemas de produção; porém, ultimamente também se incluem o processamento e a comercialização, assim como as interações entre todas essas fases (MOUGEOT, 2000a).

Existem ainda os produtos arbóreos, por meio do manejo de árvores para produção de frutas e lenha, bem como árvores em sistemas integrados e geridos com culturas (agroflorestas). Ou seja, a colheita de produtos arbóreos se enquadra também na definição de florestas urbanas. A FAO define as florestas urbanas como redes ou sistemas que compreendem as florestas, grupos de árvores e árvores individuais localizadas em áreas urbanas e periurbanas — a silvicultura urbana e periurbana (SUP), com desafios que a diferenciam da silvicultura convencional (FAO, 2016).

A SUP pode ser abordada de forma integrada, interdisciplinar, participativa e estratégica para o planejamento e gestão de árvores e recursos naturais nas áreas urbanas e periurbanas, por seus benefícios econômicos, ambientais e socioculturais. Também pode consistir no plantio de árvores onde nunca existiram antes, no aumento da vegetação natural existente ou na harmonização da expansão urbana em espaços verdes. Essa abordagem reúne o manejo de uma única árvore com o gerenciamento do ecossistema e infraestrutura urbana verde, levando-se em conta bacias hidrográficas municipais, habitats de vida selvagem, oportunidades de recreação ao ar livre, projeto paisagístico, reciclagem de resíduos municipais e a colheita de produtos arbóreos. Ou seja, representa a fusão de disciplinas tais como arboricultura ornamental, horticultura, silvicultura, arquitetura paisagista, urbanismo e design e ciências ambientais.

Além disso, pode auxiliar a alcançar a segurança alimentar e nutricional, fornecer meios de subsistência, aliviar a pobreza, reduzir riscos de desastres naturais, apoiar estratégias de adaptação e mitigação da mudança climática e criar oportunidades recreativas, culturais e sociais, de forma similar à agricultura urbana e periurbana. As definições de silvicultura urbana apresentadas por autores tal como Konijnendijk, Gauthier

e Van Veenhuizen (2004), em sua essência são similares à definição da FAO, que tem publicado estudos sobre florestas urbanas há mais de três décadas.

Agricultura e silvicultura urbanas se inserem no conceito de agricultura urbana linear (SMIT, 2004), praticada em espaços urbanos/periurbanos lineares em geral subutilizados, tais como em cercas que circundam, protegem e limitam inclusive instituições públicas, desde parques infantis e hospitais até áreas de serviço ao longo das rodovias e ferrovias, que podem ser formadas por espécies trepadeiras de hortifrúti. Também se enquadram nessa classificação áreas sob as linhas de transmissão elétrica. A mais conhecida infraestrutura verde linear presente nas cidades são as árvores ao longo das vias públicas ou privadas, em geral para embelezamento ou sombra, mas que podem também produzir alimentos, produtos medicinais e insumos para artesanatos.

A agricultura urbana e periurbana pode ocorrer tanto ao ar livre, no solo, em sistemas de produção convencional ou orgânico (AQUINO; ASSIS, 2007), como por meio do cultivo intensivo, em estufas ou outros ambientes protegidos. Nos ambientes protegidos, o cultivo pode ocorrer com ou sem iluminação natural, em sistemas orgânico ou hidropônico com ou sem substratos, com ou sem luz artificial, ou ainda com diferentes níveis de automação e controle ambiental, por meio do monitoramento de temperatura e uso desumidificadores para manutenção da sanidade vegetal. Além disso, a agricultura urbana e periurbana precisa atentar à economia de água e insumos, no caso da hidroponia, ao preparo e recirculação de soluções nutritivas, bem como ao seu tratamento e descarte.

Aos benefícios vinculados ao planejamento da ocupação urbana e ao bem-estar da população somam-se benefícios socioeconômicos, como a utilização de mão de obra e insumos disponíveis no entorno ou dentro da área urbana e a redução dos custos de logística mediante a proximidade entre produtores e consumidores e a conseqüente redução no uso de combustíveis fósseis, contribuindo para a sustentabilidade econômica, social e ambiental do sistema produtivo.

Porém, a transferência dos sistemas de produção agrícola do campo para a área urbana pode exigir soluções tecnológicas específicas, com diferentes níveis de complexidade e estratégias competitivas e organizacionais, visando à sustentabilidade dos novos modelos de negócio e de planejamento urbano.

Por conseguinte, o objeto deste artigo é identificar as demandas tecnológicas da agricultura urbana, quanto à produção intensiva de plantas em ambientes altamente controlados, tendo em vista a eficiência do sistema produtivo, quanto à sua produtividade, qualidade e rentabilidade, por

meio de análise diagnóstica, por meio de dados secundários e entrevistas com agentes-chave na cadeia produtiva.

Ou seja, identificar quais as tecnologias que já se encontram disponíveis para atender às necessidades da agricultura urbana e quais os pontos críticos dos sistemas produtivos atuais que demandam soluções tecnológicas que atendam aos novos modelos de negócio e de planejamento urbano, visando principalmente a produtividade, qualidade do produto final, automação e controle digital e remoto crescentes, tanto do ambiente como das atividades de manejo, além de redução no consumo de água e insumos, redução de desperdícios e de resíduos.

Estado da arte: a agricultura urbana pelo mundo

A literatura científica mostra que no mundo há diferentes categorias de agricultores urbanos (AQUINO; MONTEIRO, 2005; FAO, 2009), que podem atuar formal ou informalmente, individualmente ou em família, ou ainda organizados em grupos, tais como organizações não governamentais, associações ou cooperativas. Parte significativa deles é representada pela população mais pobre, que migrou de áreas rurais. Outros são de origem urbana e têm na agricultura uma estratégia de subsistência. Nessas categorias as mulheres e os idosos se destacam. Outra parte dos agricultores urbanos é representada por funcionários públicos de classe média, tais como professores envolvidos na agricultura. Porém, há também empresários que buscam investimentos economicamente sustentáveis, com intersecção ou não com atividades socioculturais, lazer ou agroecologia.

A agricultura urbana de subsistência é muito importante em grande parte do mundo, como no Oriente Médio (inclusive Israel), África (Norte e Subsaariana), Ásia (Central, Sul, Leste e Sudeste), Europa Oriental, América Latina e Caribe, onde se destacam iniciativas em Havana (Cuba), Cidade do México (México), Antígua e Barbuda, Tegucigalpa (Honduras), Manágua (Nicarágua), Quito (Equador), Lima (Peru), El Alto (Bolívia), Belo Horizonte (Brasil) e Rosário (Argentina). Em algumas localidades chega a envolver mais de 10% da população urbana, sendo muito importante para a segurança e saúde nutricional das populações. Porém, muitas vezes não há apoio de políticas específicas; o reconhecimento da sociedade é variável; e frequentemente é uma atividade secundária, de envolvimento parcial (AQUINO; MONTEIRO, 2005; FAO, 2007; 2014).

Exemplos de agricultura urbana linear podem ser encontrados em áreas de serviço ao longo das rodovias e ferrovias cultivadas em cidades como Oslo (Noruega) e Windhoek (Namíbia); áreas sob as linhas de trans-

missão elétrica no Rio de Janeiro e Los Angeles. Árvores de Neem nas calçadas para uso medicinal e produção artesanal, além de paisagismo em Thies (Senegal) e Port-au-Prince (Haiti). Programas para produzir frutas em áreas verdes ao longo das ruas para servirem às agências de serviço social são encontradas na Argentina e Chile (SMIT, 2004).

Também são observadas experiências interessantes e eficientes de agricultura urbana em diferentes regiões metropolitanas europeias, como em Paris (França), Londres (Inglaterra), São Petersburgo (Rússia), Lisboa (Portugal) e Wageningen (Holanda) (MADALENO, 2001).

No Brasil há iniciativas públicas e de organizações não governamentais (ONGs) voltadas à arborização com espécies nativas e frutíferas, bem como para implantação e hortas comunitárias, desde a década de 1990. Geralmente à mercê de políticas locais, algumas iniciativas, além de Belo Horizonte, foram bem-sucedidas, como Belém, Campinas, Campos, Itaboraí, Niterói, Manaus, Piracicaba, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, São Paulo, Teresina e Vitória de Santo Antão, dentre inúmeras, nas diferentes unidades da Federação. Outras não sobreviveram, como o Programa de Verticalização da Pequena Produção Agrícola — Prove, no Distrito Federal, entre 1995 e 1998. Porém, o mesmo programa obteve sucesso a partir de 1999 tanto no Mato Grosso do Sul quanto em outros países (MADALENO, 2001; AQUINO; MONTEIRO, 2005; ARRUDA, 2006; ARRUDA, 2011; FERREIRA, 2013; EMBRAPA, 2019).

A maior parte dos exemplos citados está alicerçada no cultivo no solo, em sistema convencional ou com alguma vertente agroecológica. Porém, há também produção intensiva, em ambientes protegidos. Desta forma, a possibilidade de produção em escala comercial, especializada ou diversificada pode tornar a AU uma opção de geração de renda direta e indireta.

AU com nível elevado de automação

As experiências que compreendem o uso de luz artificial (MEDINA, 2018), com níveis elevados de automação e controle ambiental, por meio do monitoramento de temperatura e uso desumidificadores para manutenção da sanidade vegetal, em geral demandam investimentos elevados em tecnologia e capital. Há exemplos de diferentes dimensões, níveis tecnológicos, aportes financeiros e tempo de atuação no mercado, no mundo todo.

O exemplo de agricultura urbana apresentado a seguir ilustra acertadamente o objeto deste estudo. Trata-se de uma fazenda vertical, no Japão, com 2.300 m², idealizada após o terremoto e o tsunami de 2011, em

uma fábrica de semicondutores desativada. A produção intensiva, com parâmetros de produção controlados de forma rigorosa, utiliza cultivo hidropônico e 17.500 diodos emissores de luz (LEDs) ajustados para emitir luz branca e rósea (nas frequências adequadas para a variedade de alface), aliados ao ajuste adequado de temperatura e umidade. O objetivo é alcançar a melhor combinação de fotossíntese durante o dia e fotorrespiração vegetal durante a noite com o controle ambiental. Esse processo resulta na produção equivalente a 10.000 pés de alface/dia ou cinco pés de alface/m²/dia, produtividade por metro quadrado 100 vezes superior à do cultivo convencional. Além da alta produtividade, há redução de 40% no consumo energético, 99% no consumo de água e de 80% nos desperdícios resultantes, por exemplo, do manuseio e armazenamento inadequados ou causado por insetos. Um projeto viabilizado mediante parceria e investimento tecnológico e financeiro de uma empresa do setor elétrico-eletrônico e anos de desenvolvimento tecnológico. Foi criada uma série de sensores e sistemas de análise informatizada para que todos os recursos utilizados sejam aproveitados ao máximo, incluindo a utilização de sistemas de monitoramento e controle remoto, para aumentar a autonomia e facilitar o trabalho na “fazenda”. O processo de plantio, manejo e colheita é realizado por trabalhadores humanos e máquinas específicas para esse sistema de produção. No futuro, o cultivo de folhosas — como alface, acelga e couve — deverá ser mantido. E o desafio será automatizar todo o processo produtivo, o que ainda demanda desenvolvimento e/ou disponibilização de alguns tipos de robôs (TEIXEIRA, 2014; HAMANN, 2015).

O plástico dos filmes de cobertura das estufas caminha para se tornar não somente um elemento de proteção das plantas ou de transformação do espectro de radiação incidente, mas também para gerar energia como um verdadeiro painel fotovoltaico. Feito de componentes semicondutores baseados em polímeros orgânicos, aplicados como tinta em finas camadas usando um processo de recobrimento para constituir filmes finos, flexíveis e transparentes (ASCA, 2019).

Referencial teórico

A gestão dos sistemas produtivos geralmente tem como metas maximizar a produção biológica e/ou econômica, bem como a eficiência do sistema para determinado cenário socioeconômico; minimizar os custos de produção; atingir padrões específicos de qualidade; proporcionar sustentabilidade ao sistema; e garantir competitividade ao produto. Nos sistemas agrícolas, os elos mais comuns são os consumidores do produto

final, a rede de atacadistas e varejistas, as agroindústrias, as empresas agrícolas e os fornecedores de insumos e serviços à produção agrícola. Estes componentes estão inseridos em um ambiente institucional (que engloba, por exemplo, leis, normas e instituições normativas) e em um ambiente organizacional (instituições de governo e de crédito, por exemplo), os quais, em conjunto, influenciam os componentes do sistema (CASTRO, COBBE e GOELDERT, 1995; CASTRO *et al.*, 1998; CASTRO, 2001).

Na atividade agrícola há elementos que afetam os resultados econômicos. Os fatores internos à empresa — tais como estratégias e planejamento do processo produtivo, recursos humanos, informações, conhecimento e capacitação — podem ser controlados. Os elementos de natureza externa não são controlados, tais como os preços dos produtos e insumos, clima, políticas agrícolas e mercado (ROMEIRO, 2002). Portanto há um risco, definido como a possibilidade de perigo, incerteza, ameaça de dano, evidenciando a dificuldade de atuar nesse segmento da atividade econômica (HOAUISS, 2001). Estratégias, planejamento e o sistema de gestão como um todo contribuem para a limitação dos riscos.

De acordo com Castro, Cobbe e Goeldert (1995), Castro *et al.* (1998) e Castro (2001), com o propósito de tornar mais precisa e eficaz a gestão das empresas, em especial a formulação de estratégias, algumas técnicas prospectivas têm sido utilizadas. Essas técnicas envolvem a compreensão sobre o desempenho passado e futuro de cadeias produtivas para determinação de fatores críticos de competitividade, modelagem e análise de fluxos de materiais e de capitais na cadeia; para análise preliminar de mercado, de ambientes organizacional e institucional e de processos (da cadeia em questão e competidores); para análise comparativa da estrutura de comercialização varejista e atacadista, de processo produtivo agroindustrial e agrícola, e da estrutura de fornecimento de insumos.

Este estudo de prospecção tecnológica foi realizado segundo Castro, Cobbe e Goeldert (1995), Castro *et al.* (1998) e Castro (2001). Primeiramente, caracterizou-se a agricultura urbana quanto aos seus componentes, consumidores de seus produtos, características dos sistemas de produção comumente utilizados, posição relativa dessa cadeia produtiva no negócio agrícola, limites e relações com o ambiente externo. Observaram-se os objetivos da agricultura urbana, seus padrões atuais e aqueles que se pretende atingir, as variáveis críticas e seus principais impactos na eficiência e competitividade da cadeia.

Segundo os mesmos autores, realizou-se ampla revisão de informações secundárias bem como o levantamento de informações primárias sobre o desempenho e competitividade da agricultura urbana e a agricultura em áreas rurais. O levantamento de dados primários foi realizado segun-

do a técnica de *Rapid Rural Appraisal* (TOWNSLEY, 1996). Na fase prospectiva do estudo foi aplicada técnica prospectiva de Cenários Tendenciais e Exploratórios, para reflexão sobre desempenhos futuros de alguns dos fatores críticos de competitividade especificamente para a agricultura intensiva, em ambientes altamente controlados, que possam ser praticadas em áreas urbanas e periurbanas, e aplicou-se um questionário análogo ao utilizado na Técnica Delphi, de acordo com Castro *et al.* (2001).

A técnica Delphi busca consenso entre especialistas sobre eventos futuros por meio da avaliação intuitiva coletiva, baseada no seu conhecimento e experiência. Essa técnica garante o anonimato entre os respondentes, estimula sua criatividade, trabalha em ambientes com séries históricas deficientes (típico nos sistemas produtivos agrícolas), tem enfoque interdisciplinar e considera perspectivas de mudanças tendenciais (rupturas). Por meio de um questionário análogo ao Delphi, aplicado em julho de 2019, a um grupo de especialistas, avaliaram-se as seguintes questões:

- Intenção em investir tempo (mão de obra) e/ou recursos financeiros na produção comercial de vegetais em ambientes controlados especificamente em espaços urbanos nos próximos cinco anos (agricultura urbana ou periurbana).
- Identificação das tecnologias disponíveis para cultivo intensivo e comercial de plantas e essenciais à produção em ambientes altamente controlados (*indoor*), tal como no aproveitamento de edificações urbanas.
- Identificação das tecnologias disponíveis para cultivo intensivo e comercial de plantas que demandam aperfeiçoamentos e adaptações tecnológicas específicas para a produção em ambientes altamente controlados, tal como no aproveitamento de edificações urbanas.
- Identificação dos aspectos da produção intensiva e comercial de plantas, em ambientes altamente controlados, que demandam pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias.

O questionário foi aplicado entre julho e agosto de 2019, por meio de *WhatsApp*, em grupo especial, cuja configuração não permite a identificação dos participantes. A seleção do método de aplicação priorizou a agilidade e custo de comunicação do questionário. Foram convidados a participar do estudo 172 especialistas vinculados ao segmento de horti-frutigranjeiros, dentre fornecedores de insumos e serviços, empresários

agrícolas, pesquisa científica, assistência técnica e extensão rural. A taxa de retorno foi de 15,69% (27 respondentes) em um período de retorno de 10 dias.

Resultados da prospecção de demandas

A caracterização da agricultura urbana como um todo, quanto aos seus objetivos, componentes da cadeia, características dos sistemas de produção comumente utilizados, posição relativa da cadeia produtiva no negócio agrícola, limites e relações com o ambiente externo foram sintetizados nas seções iniciais deste artigo.

Os gargalos ou pontos de estrangulamento à competitividade e sustentabilidade da agricultura praticada em áreas urbanas e periurbanas de forma intensiva, em ambientes altamente controlados, foram identificados por meio dos 27 questionários efetivamente respondidos. Alguns dos gargalos podem ser críticos a ponto de inviabilizar a produção. Outros podem afetar a eficiência produtiva e a qualidade do produto final, mas geralmente não inviabilizam a produção.

Dos 27 respondentes, 66,67% pretendem investir tempo ou recursos financeiros na agricultura urbana nos próximos cinco anos, seja na produção agrícola propriamente dita, seja na pesquisa científica, assistência técnica ou desenvolvimento de insumos à produção ou na gestão da produção.

No Quadro 1 são apresentadas as tecnologias disponíveis para cultivo intensivo e comercial de plantas, que os respondentes consideram essenciais para a produção comercial em ambientes altamente controlados. Dos 27 respondentes, nove consideram que todas as tecnologias neces-

Tecnologias disponíveis ao cultivo intensivo de plantas, essenciais para a produção comercial em ambientes altamente controlados	Frequência da resposta
Fertirrigação	10
Iluminação artificial	8
Equipamentos para monitoramento das condições ambientais	5
Cultivo Sem Solo (Hidroponia/Substrato)	5
Material genético	2
Automação	1
Containers	1
Recipientes	1

Quadro 1. Tecnologias disponíveis para cultivo intensivo de plantas essenciais à produção comercial em ambientes altamente controlados.

sárias já estão disponíveis aos empresários, embora não sejam acessíveis em alguns países ou regiões.

No Quadro 2 são apresentadas as tecnologias disponíveis para cultivo intensivo de plantas que demandam estudos para aperfeiçoamentos ou adaptações específicas para a produção comercial em ambientes altamente controlados, enquanto no Quadro 3 são apresentados os aspectos que demandam pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias específicas para produção nos ambientes altamente controlados. Essas tecnologias são essenciais para sanar os gargalos à produção agrícola intensiva, em ambientes altamente controlados.

Tecnologias que demandam aperfeiçoamentos e adaptações para a produção de vegetais em ambientes altamente controlados	Frequência da resposta
Controle de luz — Iluminação artificial	8
Sistemas de injeção e controle para fertirrigação e aplicação de químicos de elevada precisão	3
Integração dos sistemas de automação (controladores, sensores e medidores) para hardware e software, para controlar parâmetros de produção, com recursos de mobilidade e conexão a plataformas digitais	3
Controle ambiente (de energia solar e/ou eólica)	2
Controle de pragas incluindo controle biológico	2
Solução nutritiva	2
Adubação orgânica	1
Acroponia	1
Captação de água da chuva	1
Float	1
Infraestrutura para sistemas fechados, recirculação da solução nutritiva	1
Plásticos modernos para cobertura de estufas, tubos para hidroponia ou outros componentes do sistema produtivo	1
Produção vertical	1
Tratamento de efluentes	1
Uso de plantas (ornamentais e outras) formando paisagismo no local	1

Quadro 2. Tecnologias para cultivo intensivo de plantas que demandam aperfeiçoamentos e adaptações tecnológicas específicas para a produção comercial em ambientes altamente controlados.

Aspectos do cultivo intensivo de plantas em ambientes altamente controlados que demandam pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias	Frequência da resposta
Comprimentos de onda	8
Variedades para condições com ciclo rápido, porte menor, teor nutritivo maior, eficiente na luz artificial	6
Novas moléculas para plásticos especiais	3
Aplicação de CO ₂	2
Colheita mecanizada	2
Dissipação de calor	1
Drones	1
Efeitos da poeira urbana	1
Emissores com alta uniformidade de distribuição de água, com baixas vazões e reduzida pressão de operação	1
Fibras óticas luminescentes	1
Filmes fotovoltaicos	1
Inteligência Artificial	1
Polinização	1

Quadro 3. Aspectos da produção comercial de plantas em cultivo intensivo, em ambientes altamente controlados, que demandam pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias.

Gargalos não tecnológicos da produção agrícola intensiva em ambientes altamente controlados	Frequência da resposta
Investimentos financeiros elevados (custo elevado)	6
Deficiência na capacitação dos empresários e colaboradores	4
Falta de informações/conhecimento por parte do empresário	4
Ausência ou deficiência nas políticas públicas para agricultura urbana	2
Deficiência na difusão das tecnologias disponíveis	2
Concentração de alguns segmentos da produção de insumos à produção agrícola, com atuação próxima a de oligopólios	1
Necessidade de realização de estudos de mercado	1

Quadro 4. Gargalos não tecnológicos da produção agrícola intensiva e comercial em ambientes altamente controlados.

Dentre os gargalos tecnológicos identificados, aqueles considerados críticos, hierarquizados em ordem decrescente de importância são: iluminação artificial, fertirrigação, controle de temperatura e umidade.

No Quadro 4 são apresentados os gargalos não tecnológicos à produção agrícola intensiva em ambientes altamente controlados.

Discussão dos resultados

A agricultura, tanto em áreas rurais quanto nas áreas urbanas e periurbanas, é dividida em dois públicos: um tradicional e outro empreen-

dedor. Este último tem maior facilidade de adoção de tecnologias digitais, as quais na última década têm contribuído de forma significativa para o retorno das gerações mais novas ao segmento agrícola.

A produção vegetal para alimentação ou outros fins, em áreas urbanas ou periurbanas, tem hoje à sua disposição um arsenal de ferramentas e soluções tecnológicas que permitem ao empresário controlar todo o ambiente produtivo, do plantio à colheita — e, o mais importante, em larga escala como até há pouco tempo não era possível. Devido à origem de diversas soluções tecnológicas serem oriundas de outras atividades (indústria, por exemplo) ou estarem em comercialização ou desenvolvimento por *startups*, em fase experimental, seu uso ainda não ocorre de forma sistematizada no campo. Neste cenário ocorre então um problema de acessibilidade à informação ou ao produto e serviço propriamente dito. Ainda que com o advento da *internet* e o uso de redes sociais o conhecimento circule com maior velocidade e capilaridade junto aos empreendedores agrícolas, seu alcance ainda é restrito.

Nos segmentos de irrigação, hidroponia e automação, como em outros segmentos, há uma evolução acelerada dos equipamentos. Desde o final da década de 90 existem estruturas de produção de folhosas baseadas em cultivos em lâminas de água (NFT) com canaletas móveis tracionadas automaticamente. Hoje, o foco das empresas é desenvolver emissores com alta uniformidade de distribuição de água, baixas vazões e reduzida pressão de operação para atender à demanda por sistemas de injeção e controle para fertirrigação e aplicação de agroquímicos. Aliada a isso, ocorrerá a plena integração dos sistemas de automação e IoT (internet das coisas), com farto uso de sensores e atuadores (tanto *hardware* quanto *software*) para controle dos parâmetros da produção de forma harmoniosa. A possibilidade do uso da luz artificial é de domínio público há algumas décadas, mas a exata resposta das plantas ao espectro de luz fotossinteticamente ativo ou radiação fotossinteticamente ativa (PAR), ainda não é de todo conhecida para cada espécie cultivada. O fator econômico e a eficiência energética também estão contrapondo diferentes tecnologias de iluminação artificial tais como: lâmpadas de pressão de sódio (HPS), xenônio e LED. O limitado conhecimento das respostas fisiológicas das plantas às alterações das condições ambientes também contribui para a lenta adoção de tecnologias já dominadas ou utilizadas em aplicações não agrícolas. Por exemplo, a desumidificação, que além de alterar o comportamento das plantas, é importante ferramenta no controle de fitopatógenos. O uso de *drones* para polinização, aplicação de agroquímicos ou sua aplicação

mais conhecida, de produção de imagens de alta definição, também trará incrementos importantes de produção e produtividade.

Tecnologias emergentes como a inteligência artificial (AI), a utilização de algoritmos para estimativas de produtividade, a nanotecnologia, utilizada em filmes plásticos fotovoltaicos para cobertura de estufas ou fibras óticas para iluminação artificial, entre outras com alta capacidade disruptiva, estão neste momento sendo geradas em incubadoras de empresas. O melhor exemplo talvez seja a utilização de luminárias inteligentes, equipadas com LED e “scanners” que prometem não somente a efetiva detecção precoce de doenças, como Botrytis e Míldio, mas também suprimir a capacidade de disseminação dessas doenças com o uso de comprimentos de onda específicos que impeçam o desenvolvimento de seus esporos.

Tudo isto colocará a horticultura, rural ou urbana, em um patamar de elevada sofisticação marcando definitivamente a entrada do segmento na era da agricultura de precisão.

Se na área rural a conectividade à internet ainda é um fator limitante, seja por deficiência de infraestrutura pública ou própria, no meio urbano não há este gargalo. Plataformas digitais que proporcionam a telemetria de diversas máquinas e equipamentos de automação e o monitoramento de condições do ambiente de produção são acessíveis por meio de interfaces móveis e fixas (*smartphones* e computadores), atendendo às necessidades da Indústria 4.0.

Em ambiente urbano existe ainda a possibilidade de integração espacial e energética dos ambientes controlados de produção com os espaços ocupados por habitações, escritórios de trabalho e áreas de prestação de serviços como shopping centers, aeroportos e outros. Essa integração pode ocorrer em ambientes fechados de armazéns e galpões adaptados, incluindo a ocupação dos telhados com estufas de cultivo (*greenhouse rooftop*) ou a céu aberto, com a denominação de telhados verdes.

A mudança do perfil do consumidor mais esclarecido em áreas urbanas mudou em função dos seus hábitos alimentares e consumo consciente. Atualmente, a busca por saciar a fome não é simplesmente pelo prazer em comer ou pelo sabor dos alimentos; mas, sim, por saciar a “fome de saúde”. Os alimentos saudáveis e funcionais estão presentes na dieta dessas pessoas e com alta demanda e a oferta ainda restrita. Isso abre a possibilidade de atender a produção “*in home*”, garantindo parte deste abastecimento para consumo próprio ou até mesmo como entretenimento, seja em espaços com solo (jardim) ou sistemas de cultivo mais

sofisticados e automatizados. Algumas iniciativas para elaboração de “kits ou sistemas portáteis” para produção caseira estão sendo desenvolvidas para o mercado interno a exemplo do que já existe no exterior; porém, ainda carentes de pesquisa e adequação à nossa realidade socioeconômica e cultural.

Outro gargalo diz respeito à formação do profissional que vai trabalhar nessa atividade. Ele deve atuar nas mais diferentes etapas do empreendimento, seja ele comercial ou não. Desde o planejamento do projeto, definição do mercado ou público-alvo, escolha das ferramentas, manejo agrônomo da cultura, aquisição de dados e sua interpretação até a tomada de decisão e gestão da atividade. Poucas instituições possuem conhecimento tão abrangente e capacidade de formação de um profissional pronto para atuar no mercado de trabalho. A contínua evolução tecnológica exige um permanente esforço de atualização do profissional da moderna agricultura.

Por esta razão, o desenvolvimento de ferramentas de suporte à gestão da produção visando à otimização dos resultados econômicos de forma ambientalmente sustentável será imprescindível para assegurar a produção de alimentos.

Há que se pensar ainda uma forma ou estratégia das novas tecnologias aplicada à produção em atender aos pequenos produtores que fazem parte dessa cadeia produtiva. Do ponto de vista econômico, segundo Arruda (2011), a produção em pequena escala advinda das atividades de agricultura urbana tem contribuído para a renda familiar, por meio da diminuição dos gastos com alimentação e saúde, das redes de troca e, eventualmente, da transformação e comercialização de excedentes de produção por meio da produção de alimentos para consumo próprio ou comunitário (em associações, escolas etc.), e eventual receita da venda dos excedentes.

Em resumo, há uma carência (lacuna) no mapeamento dos conhecimentos e produtos aplicáveis no processo produtivo e também de profissionais capacitados que dominem aspectos tão díspares como estratégias e planejamento, fisiologia vegetal, ambiência, irrigação, fertirrigação, genética, relações com os clientes, com os colaboradores e com a sociedade, controle da produtividade, custos de produção e rentabilidade. Para isso, a utilização de sistemas de gestão efetivos e informatizados é essencial. Tais sistemas se somam às tecnologias digitais utilizadas na automação do controle dos parâmetros da produção.

Referências

AQUINO, Adriana Maria de; ASSIS, Renato Linhares. Agricultura orgânica em áreas urbanas e periurbanas com base na agroecologia. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. 10, n. 1, 2007, p. 137-150.

AQUINO, Adriana Maria de; MONTEIRO, Denis. Agricultura urbana. In: AQUINO, Adriana Maria de; ASSIS, Renato Linhares. *Agroecologia Princípios e Técnicas para uma Agricultura Orgânica Sustentável*. Brasília: Embrapa, 2005, p. 186-198.

ARRUDA, Juliana. *Agricultura urbana e periurbana em Campinas/SP: análise do programa de hortas comunitárias como subsídio para políticas públicas*. 2006. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável). Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

ARRUDA, Juliana. *Agricultura urbana na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: sustentabilidade e repercussões na reprodução das famílias*. 2011. 197 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais, em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ASCA, Asca OPV Films. Site. Disponível: en.asca.com/cell-solar-flexible-transparent/?ga=2.210332693.1049167792.1565471014-1466007116.1565471014. Acesso em: 10 ago. 2019.

CASTRO, Antônio Maria Gomes de. Prospecção de cadeias produtivas e gestão da informação. *Transinformação*, v. 13, n. 2, p. 55-72, 2001.

CASTRO, Antônio Maria Gomes de; COBBE, R. V.; GOEDERT, Wenceslau J. *Manual de prospecção de demandas para o SNPA*. Brasília: Embrapa, 1995. 85 p.

CASTRO, Antônio Maria Gomes de; LIMA, S. M. V.; GOEDERT, Wenceslau J. FREITAS FILHO, A; VASCONCELOS, J. R. P. (org.). *Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecção tecnológica*. Brasília: Embrapa – SPI, 1998. 564 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Casos de sucesso em agricultura urbana são destaque no Green Rio. 2019. Site. Disponível em: embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/43928737/casos-de-sucesso-em-agricultura-urbana-sao-destaque-no-green-rio. Acesso em: 01 ago. 2019.

FAO. Urban and periurban agriculture. *The Special Programme for Food Security. Handbook Series*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. v. 3, 2001. 84 p.

_____. *Food, Agriculture and cities. Challenges of food and nutrition security, agriculture and ecosystem management in an urbanizing world. Agricultural Management, Marketing and Finance Occasional Paper 19.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2009. 45 p.

_____. *Profitability and sustainability of urban and periurban agriculture.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2007. 95 p.

_____. *Growing greener cities in Latin America and the Caribbean. An FAO report on urban and periurban agriculture in the region.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014. 92 p.

_____. *Guidelines on urban and periurban forestry.* In: SALBITANO, Fabio; BORELLI, Simone; CONIGLIARO, Michela; CHEN, Yujuan (org.). *FAO Forestry Paper 178.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. 158 p.

_____. *The state of food security in the world. Building climate resilience for food security and nutrition.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. 202 p.

FERREIRA, Rubio José. *Agricultura urbana e periurbana e políticas públicas: contribuição à discussão do tema a partir de uma análise espacial em Recife e Vitória de Santo Antão/PE.* 2013, 231 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

HAMANN, Renan. *Plantação high-tech: por dentro da maior fazenda indoor do mundo.* *Tecmundo.* Site. Disponível em: tecmundo.com.br/tecnologia/77590-plantacao-high-tech-dentro-maior-fazenda-indoor-mundo.htm. Acesso em: 06 ago.2019.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa.* Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

KONIJNENDIJK, Cecil; GAUTHIER, Michelle; VAN VEENHUIZEN, René. *Árvores e cidades – crescendo juntas.* *Revista de Agricultura Urbana,* Editorial, Leusden, v. 13, 2004. Site. Disponível em: agriculturaurbana.org.br/RAU/AU13/AU13Edit.html. Acesso em: 01 ago. 2019.

MADALENO, Isabel Maria. *Cities of the future: urban agriculture in the third millennium.* Lisboa: FAO, 2001. Site. Disponível em: fao.org/3/Y1931M/Y1931M03.htm. Acesso em: 01 ago. 2019.

MEDINA, Camilo Lázaro. *Necessidade de energia luminosa e as Fábricas de Plantas.* *Revista Plasticultura,*(62) Set/Out, 2018, p.28-32.

MOUGEOT, Luc J. A. Urban agriculture: definition, presence, potentials and risks. In: Bakker *et al.* *Growing Cities, Growing Food, Urban Agriculture on the Policy Agenda*. Ottawa: International Development Research Centre (IDRC), 2000a, p. 1-42.

MOUGEOT, Luc J. A. Agricultura urbana – conceito e definição. *Revista de Agricultura Urbana*, Leusden, v. 1, 2000b, 5 p. Site. Disponível em: agriculturaurbana.org.br/RAU/AU01/AU1conceito.html. Acesso em: 01 ago. 2019.

ONU. Organização das Nações Unidas. Department of Economics and Social Affairs. *World Urbanization Prospects 2018. Highlights*. Nova Iorque: Nações Unidas (UM), 2018. Site. Disponível em: population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Highlights.pdf. Acesso em: 06 ago. 2019.

SMIT, Jac. Agricultura urbana linear. *Revista de Agricultura Urbana*, Leusden, v. 13, 2004. Site. Disponível em: agriculturaurbana.org.br/RAU/AU13/AU13linear.html. Acesso em: 01 ago. 2019.

TEIXEIRA, Carlos Alberto. Japão tem maior fazenda ‘indoor’ do mundo iluminada a LED. *O Globo. Economia*. Site. Disponível em: oglobo.globo.com/economia/japao-tem-maior-fazenda-indoor-do-mundo-iluminada-led-13340476. Acesso em: 06 ago. 2019.

TOWNSLEY, P. Rapid Rural Appraisal (RRA), Participatory Rural Appraisal (PRA) and aquaculture. Rome: FAO. 1996. 109 p. Relatório Técnico. FAO. Fisheries Technical Paper, 358.

UNDP, UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. *Urban Agriculture: food, jobs and sustainable cities*. United Nations Development Programme. New York: Publication Series for Habitat II, v. 1, 1996.