



O papel da moderna agricultura urbana de Singapura na política de segurança alimentar e na contribuição da redução de emissão de CO₂ na atmosfera

The role of Singapore's modern urban agriculture in food security policy and the contribution of reducing CO₂ emissions into the atmosphere

Leandro Pessoa de Lucena ^[a] , Fernanda Mariano Massuia ^[b] 

^[a] Universidade Federal de Rondonópolis (UFR), Rondonópolis, MT, Brasil

^[b] Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT, Brasil

Como citar: Lucena, L. P., & Massuia, F. M. (2021). O papel da moderna agricultura urbana de Singapura na política de segurança alimentar e na contribuição da redução de emissão de CO₂ na atmosfera. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v.13, e20190272. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20190272>

Resumo

Esse artigo apresenta resultados do trabalho de pós-doutorado, que investigou a evolução dos modelos de agricultura urbana e seus impactos como política pública de sustentabilidade, segurança alimentar e economia ecológica do “País – Cidade – Estado” de Singapura. Pois, a moderna agricultura urbana implantada nessa região da Ásia tem colaborado de maneira significativa para a redução da insegurança alimentar local, bem como na contribuição em práticas de produção de alimentos mais sustentáveis e significativa redução da emissão de dióxido de carbono (CO₂) na logística da cadeia de suprimentos. A metodologia empregada, pautou em investigações bibliográficas e em pesquisa de campo junto às fazendas urbanas de alta tecnologia de produção agrícola sem o uso de solo, a fim de apreciar a produção e consumo de vegetais pelos singapurianos, no intuito de calcular um valor estimativo da redução de emissões de (CO₂) provocado pelo uso da moderna agricultura urbana. Os resultados demonstraram que Singapura faz uso intensivo de agricultura urbana com modelos de fazendas verticais, fazendas *indoors* e Fazendas de terraços prediais. Todos os modelos apresentaram inovações tecnológicas, alta produtividade e produção de alimentos com certificação orgânica e com ênfase na sustentabilidade em contribuir para a redução da emissão de CO₂ na natureza.

Palavras-chave: Fazendas urbanas. Fazendas verticais. Fazendas *indoors*. Fazendas de terraços.

Abstract

This article presents results of the postdoctoral work, where he investigated the evolution of urban agriculture models and their impacts as public policy of sustainability, food security and ecological economy of the “Country - City - State” of Singapore. For, modern urban agriculture deployed in this region of Asia has contributed

significantly to reducing local food insecurity, as well as contributing to more sustainable food production practices and significant reduction of carbon dioxide (CO₂) emissions in supply chain logistics. The methodology used was in bibliographic investigations and field research with high-tech urban farms of agricultural production without the use of land, in order to appreciate the production and consumption of vegetables by Singaporeans in order to calculate an estimated value of the reduction of emissions of (CO₂) caused by the use of modern urban agriculture. The results showed that Singapore is intensive use of urban agriculture with models of vertical farms, indoor farms and farms of property terraces. All models presented technological innovations, high productivity and organically certified food production and with emphasis on sustainability in contributing to the reduction of (CO₂) emissions in nature.

Keywords: Urban farms. Vertical farms. Indoors farms. Rooftop farms.

Introdução

Com o acelerado crescimento demográfico das grandes cidades em praticamente todos os continentes, ocorrido primordialmente após revoluções industriais e intensa mecanização do meio rural, os centros urbanos passaram a ser o principal meio de sobrevivência das famílias, indústrias e empresas prestadoras de serviços. O principal dilema desse intenso êxodo rural tem se concentrado em como melhor acomodar todos os agentes econômicos nas áreas urbanas de maneira a não gerar enormes externalidades negativas. Para Campbell (1996), a reordenação das cidades, baseada em uma política pública de planejamento sustentável envolvendo a junção do rural no urbano é uma alternativa salutar para minimizar as externalidades negativas como: intensa poluição, ilhas de calor, conglomerados de comunidades pobres e elevada insegurança alimentar.

Quando se discute planejamento urbano fazendo relação com o meio rural, necessariamente se deve resgatar dois estudiosos da escola econômica clássica. De maneira resumida, o primeiro deles é do início do século XIX, o britânico Thomas Robert Malthus, que preconizava em sua época uma tragédia inconcebível dada a forte expansão da taxa de crescimento populacional nas grandes cidades e a diminuta taxa de produção de alimentos no meio rural, pois para Malthus havia uma tendência natural que a população cresceria em progressão geométrica e os alimentos em progressão aritmética, o que resultaria em problemas como fome e miséria, isto é, choque de demanda sobre oferta. Outro a ter esboçado também uma preocupação iminente quanto às consequências negativas da expansão desenfreada da população foi o economista clássico David Ricardo. Este abordava que a expansão populacional, “empurraria a margem de cultivo dos alimentos mais para fora das grandes cidades”, logo, mais bocas, que exigem mais grãos e mais grãos exigem mais campos. E como os novos campos cultivados talvez não sejam tão produtivos quanto os que já estão em uso, isso implicaria em maiores custos de produção para correção do solo e de logística para trazer os alimentos cada vez mais distantes aos grandes centros urbanos (Dorfman, 1989).

Por hora, se no passado as teorias malthusianas e ricardiana não passavam meramente de um ensaio teórico, passados 200 anos essas teorias reacendem o alerta vermelho para as práticas de se pensar em políticas públicas com melhor reordenamento urbano da sociedade, bem como novas práticas de produção de alimentos. Pois, Lucena (2014), reitera que o pensamento de gestão do século XXI para as grandes cidades tem se fundamentado na verticalização como meio de moradia e ocupação da população, como também na busca de verticalização para a produção agrícola dessa sociedade no coração das grandes cidades. Ou seja, se no passado Malthus como David Ricardo presenciaram o gargalo da segurança alimentar sobre o prisma da horizontalização produtiva, atualmente algumas das grandes cidades de países desenvolvidos apostam na verticalização dos meios produtivos para produzirem parte significativa de seus alimentos sem mais necessitarem apenas do meio rural.

Sabe-se que o sentido dessa verticalização da sociedade e da produção de alimentos é algo que vem sendo construído como teorias de planejamento público sustentáveis às grandes cidades e metrópoles, a fim de determinar limites fronteira de expansão das cidades, bem como determinar o encurtamento das cadeias de produção de alimentos. Pois, evitar que a sociedade se expanda de maneira horizontal além dos

limites peri-urbanos, é estar garantindo a preservação do meio ambiente ao fato de não necessitar abrir novas fronteiras agrícolas, como por outro lado verticalizar a produção de alguns tipos de alimentos nas cidades como: “Frutas, Legumes e Verduras”, também tem sido uma forma de não necessitar da abertura de novas áreas de produção agrícola no meio rural (Lucena, 2016, p. 102, grifo do autor).

Sob tais perspectivas de verticalização da produção agrícola no meio urbano, esse trabalho se pautou em dimensionar o importante papel da moderna agricultura urbana quanto ao seu desempenho colaborativo em produzir alimentos dentro das grandes cidades, bem como seu papel secundário em estar contribuindo para a redução de emissão de dióxido de carbono (CO₂) na natureza, atrelado ao fato de promover a segurança alimentar local como também ofertar aos moradores das grandes cidades o alimento seguro, isto é produto que possa ser orgânico e de origem certificada. Conforme a FAO (2012), estima-se cerca de 800 milhões de pessoas no mundo estão envolvidas com a agricultura urbana, seja cultivando uma horta no quintal de casa ou em terrenos baldios ou até mesmo em cantinhos de apartamentos ou espaços coletivos de condomínios.

Usualmente as atividades urbanas de produção agrícola tem sido um mecanismo muito eficaz para complementar o acesso à alimentação saudável, que permite maior proximidade dos consumidores com produtos frescos e/ou orgânicos. Por outro lado, a agricultura urbana também tem se apresentado como indutor à geração de emprego, renda, e inclusão social, bem como a possibilidade de cidades de médio a grande porte possam ser mais verdes e sustentáveis. Algumas das fortes prerrogativas para que haja maior fomento e incentivo às atividades de agricultura urbana no mundo, convencionalmente estão associados à alguns fatores de alertas macroeconômicos e ambientais, como: acréscimo populacional de 2, 2 bilhões de seres humanos até o ano de 2050, conforme expectativas da PRB (2019); limitação de novas áreas férteis para exploração agrícola extensionista (Fao, 2015); elevação do nível de insegurança alimentar nas grandes cidades devido ao aumento gradativo dos preços dos alimentos FAO (2017); elevação dos níveis de emissão de CO₂ na atmosfera, uma vez que produções agrícolas muito distantes das grandes cidades é fator gerador de maior queima de combustível fósseis para uso logístico de transporte dos alimentos do meio rural para o urbano (NOAA, 2018).

Em suma, o objetivo desse trabalho foi mensurar a contribuição dos modernos modelos de agricultura urbana, adotados pelo país de Singapura, quanto a seu papel secundário em reduzir a emissão de CO₂ na natureza. Pois os modelos apresentados ao leitor e observados nessa nação asiática vão desde fazendas em terraços prediais com utilização de estruturas aquaponicas ou hidropônicas, quanto modernos e tecnológicos módulos produtivos *indoors* (produção agrícola dentro de salas comerciais) que fazem uso significativo de luzes artificiais para simular o papel dos raios solares associado ao rígido controle de biossegurança para o desenvolvimento dos vegetais.

Metodologia

Para a elaboração do presente estudo se realizou no primeiro momento uma ampla e exaustiva revisão bibliográfica nas plataformas científicas internacionais, na busca por periódicos que apresentassem modelos alternativos de produção alimentar urbanos e peri-urbanos existentes no mundo, em especial em Singapura, estes que em seu escopo apresentassem significativa redução da insegurança alimentar local e redução na emissão de dióxido de carbono (CO₂) expelido na natureza. A seguir, buscou-se contato com as instituições e autoridades para se efetivar uma pesquisa *in loco* nas fazendas de maior interesse quanto aos quesitos de elevado uso de tecnologia produtiva, viabilidade econômica, social e ambiental.

Assim, toda a pesquisa exploratória foi realizada em novembro de 2017 no “País-Cidade-Estado” de Singapura. A primeira investigação ocorreu na fazenda vertical “*Sky greens*” (Fazenda Vertical), adiante na “*Citiponics Farm*” (Fazenda de terraço predial) e por fim na “*UpGrown Farming Company*” (Fazenda *Indoor*). Dessa maneira, após conclusão das visitas técnicas buscou elaborar uma “matriz analítica e descritiva” de mapeamento das cadeias alimentares de importação de alimentos do país de Singapura e determinar um

cálculo estimativo de quantas toneladas de emissão de (CO₂) a agricultura urbana desse país está contribuindo para que, assim, haja a redução gradativa de dióxido de carbono na natureza.

Marco teórico: a evolução da agricultura urbana nas grandes cidades

Segundo Souto (2017), após duas décadas das primeiras definições de Agricultura Urbana introduzidas inicialmente em meados dos anos 90 pela Organização das Nações Unidas — ONU, a atividade de agricultura urbana atualmente pode ser dividida em duas grandes modalidades, isto é, “Alimentar” e “Não-Alimentar (outros produtos)”. A modalidade alimentar passou a ser dividida em três grandes segmentos, ou seja: “Orientado para o Mercado”, “Orientado para a comunidade” e por último o segmento “Situacionista”, (visualizar Figura 1). Conforme Warming et al. (2015), o Segmento Situacionista está atrelado a participação de cidadãos comuns a produção de suas necessidades imediatas e/ou comerciais, convencionalmente aquilo que se conhece como agricultura familiar, porém no ambiente urbano. Esses “Agentes locais Atuentes” tornou-se uma categoria que pode ser orientada para o mercado ou para a comunidade local, dependendo das decisões das partes interessadas. O mesmo também pode assumir características de produções agrícolas compartilhado, caso de jardins, terrenos públicos e/ou privados com metas a beneficiarem programas sociais da comunidade ou simplesmente atenderem a interesses privados. Este grupo é talvez o mais difícil de categorizar devido às suas muitas formas e nuances.

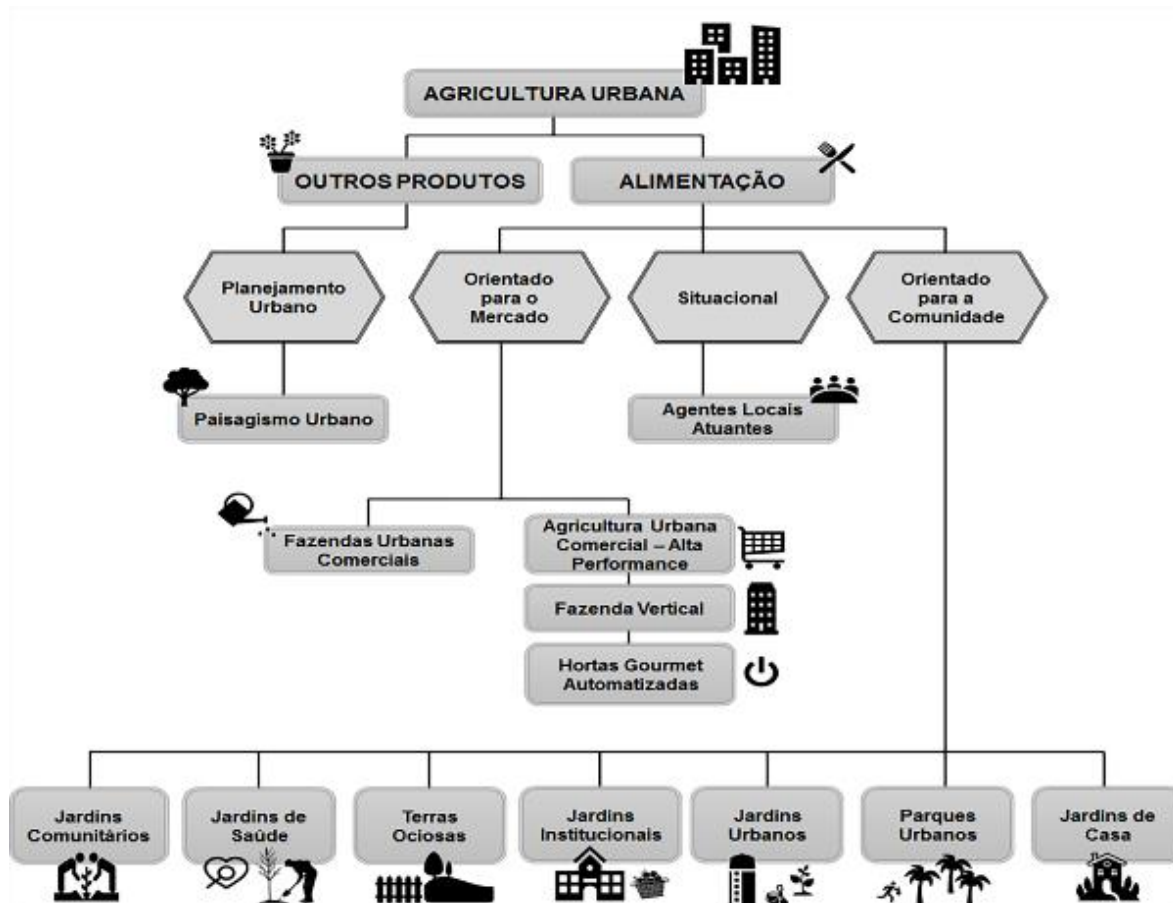


Figura 1 – Categorias e subcategorias da atividade de agricultura urbana. Fonte: Adaptado de Souto (2017).

Quanto ao segmento “Orientado para a comunidade” esse passou a ser dividido em várias subcategorias de agricultura urbana. Os “Parques urbanos” conforme Martin et al. (2016), são de produção agrícola intensiva e de médio a grande porte. O mesmo pode ser orientado para o mercado ou para a comunidade. Há muitos parques urbanos europeus que são utilizados para produção apícola, ou manejo da piscicultura

de cativeiro, entre outras atividades. Em relação aos “*Jardins urbanos*” segundo Specht et al. (2014), são micro ou pequenos jardins voltados para os programas da comunidade, mas também se pode obter lucro através da venda de produtos como raízes medicinais e flores. É possível uma combinação de engajamento social e ambiental.

Os “*Jardins de casa ou residencial*” são considerados pequenas produções agrícolas, que se aplicam em alimentar as pessoas da dita residência. Para Carolan & Hale (2016), essas produções se restringem a pequenas hortas e/ou pequenas produções de frutas, legumes e verduras. Quanto aos “*Jardins Institucionais*”, estão presentes em instituições e/ou organizações, como jardins de igrejas, jardins de hospitais ou jardins universitários. Outros exemplos incluem também as fazendas escolares, jardins escolares e programas escolares (Pothukuchi & Molnar, 2015). Já as “*Terras Ociosas*”, essas correspondem a parcelas ou territórios que não foram utilizados ou abandonadas devido à necessidade de deslocalização. É bem citada na literatura científica em cidades como Detroit e Chicago nos Estados Unidos, que sofreram um processo de declínio industrial. A terra ociosa também é conhecida na agricultura urbana como Lotes Vacantes (Pölling, 2016).

Os “*Jardins de saúde*” conforme menciona Witheridge & Morris (2016), são espaços físicos em meio aos centros urbanos com produções em pequenas escalas de árvores, flores, relvas nas quais o foco principal está na garantia da boa saúde mental e física aos participantes, que se dá através do tratamento com a natureza. É relacionado à jardinagem como uma atividade de passatempo. O sentido dos jardins de saúde é essencialmente para fins terapêuticos. Por último, os “*Jardins comunitários*”, esses são terrenos agrícolas urbanos administrados e compartilhados por grupo de moradores que se dedicam à horticultura para fornecer alimentos locais, benefícios físicos e sociais aos participantes, em espaços que proporcionam uma ligação direta entre produtores e consumidores. Muitas vezes, os projetos impulsionados pela comunidade dependem de organizações sem fins lucrativos ou agências para funcionarem coletivamente ou em cooperação (Carolan & Hale, 2016).



Figura 2 – Modelo de Fazenda Vertical Alterrus em Vancouver – Canadá. Fonte: Adaptado de Lucena (2014).

Em relação ao segmento “*Orientado para o mercado*”, essa é dividida em “*Fazendas urbanas comerciais*”, que possui característica de iniciativas empresariais ou sem fins lucrativos. No entanto, há trabalhadores que operam a produção agrícola via contratos, sendo assim, orientado para o mercado e a escala de produção pode variar. Os modelos mais comuns são produções de verduras e legumes em estufas horizontais próximas ao perímetro urbano (Rogus & Dimitri, 2015). Outra modalidade do segmento “*Orientado para o mercado*” é identificada como “*Agricultura urbana comercial de alta performance*”, esta também se concentra no lucro e é orientada exclusivamente ao mercado. Se difere das *Fazendas urbanas comerciais* da maneira que é produzido. Pode variar de telhados com ou sem estufas, como edifícios totalmente integrados ou ainda produção de estufas verticais (de Lucena et al., 2014). Por hora as “*Fazendas*

Verticais” (ver Figura 2) que se caracterizam pela prática de produção de alimentos em camadas empilhadas verticalmente, tais como arranha-céus, em armazéns ou até mesmo em terraços de prédios urbanos. As ideias modernas das fazendas verticais estão no uso de técnicas de cultivo fechado com total controle tecnológico do ambiente, onde todos os fatores ambientais podem ser controlados. Essas instalações se utilizam do controle artificial da luz, do ambiente, do nível de umidade, da temperatura, gases e fertirrigação (Lucena, 2016).

Por último, as “*Hortas gourmet automatizadas*” como sendo a nova forma de plantar e colher vegetais dentro de casa e/ou apartamentos. Esse segmento da Agricultura Urbana é a mais nova modalidade em levar a agricultura convencional de produção de pequenos vegetais para dentro de cada lar. Convencionalmente são máquinas desenvolvidas por agroindústrias que se apropriaram das tecnologias de “mini-incubadoras” para uso doméstico (ver Figura 3). Grande maioria dessas máquinas são automatizadas, possuem feixes internos ou externos de *OLEDs*, ventilação e reservatório de nutrientes aos vegetais. A função desses dispositivos são revolucionar os lares urbanos introduzindo uma horta do quintal para dentro das casas, ou simplesmente um eletrodoméstico de uso convencional sem a necessidade de amplo conhecimento em plantar ou colher por parte do usuário que venha fazer uso do aparelho. Essa revolução da agricultura urbana promete produzir verduras e hortaliças em geral com o conceito de colheita e consumo direto de alimentos orgânicos estilo *gourmet* (De Lucena & Da Silva, 2018).



Figura 3 - Hortas automatizadas estilo *gourmet*. Fonte: Adaptado de De Lucena & Da Silva (2018).

Em relação a modalidade “Não — Alimentar” da Agricultura Urbana, essa tem sido voltada especificamente ao segmento de *Planejamento Urbano* das grandes cidades. Como exemplo a atividade de *Paisagismo Urbano* (subsegmento) responsável em ajudar a mitigar o clima e os problemas ambientais, bem como embelezar as cidades e seus arredores. Conforme Lucena (2018), essa modalidade está se tornando comum nas grandes cidades com o aparecimento de telhados verdes, paredes e fachadas verticais com vegetais, flores, arbustos, entre outros. O avanço urbanístico está percebendo o potencial desses sistemas vivos para aumentar a qualidade do ambiente construído, a fim de proporcionar benefícios sociais, estéticos, ambientais e econômicos. Os especialistas nesse segmento têm dado o nome de envelopamento de edifícios, a qual constitui todos os elementos de construção incluindo paredes, fundações, telhado, janelas e portas consorciados à vida ao ar livre, e somado ao habitat com sistemas vivos.


Em síntese, cabe aos governos municipais, com sua autoridade normativa, apoiar a agricultura urbana e suas ferramentas de zoneamento e uso adequado do solo das cidades, transporte, construção, gestão de resíduos e serviços de água e controle climático. Atualmente, muitas cidades estão implementando um variado repertório de atividades relacionadas com a eficiência energética e de transportes, produção mais limpa, melhor gestão dos resíduos e reverdecimento urbano.

Resultados

Antes de realmente apresentar ao leitor a mensuração dos resultados, dado redução de emissão de dióxido de carbono CO₂ proporcionado pelos modelos de agricultura urbana singapuriano, algumas outras informações históricas e socioeconômicas se fazem importantes. Desde o ano de 1965, quando Singapura tornou-se uma nação soberana, democrática e independente e definitivamente separada de parte do território malaio, o governo de Singapura começou um programa de reestruturação econômica acelerada. Esse fator possibilitou modificar políticas de educação, expandindo todo ensino de jovens e adultos com usos de tecnologia, computadores e redes, oferecendo incentivos financeiros para as empresas industriais e lançamento de ampla campanha de produtividade. O setor de habitação também recebeu incentivos públicos, onde surgiram novos bairros, condomínios e apartamentos nos quais os singapurianos foram autorizados a usar suas economias centrais de previdência para amortizarem os custos com suas moradias (Abshire, 2011).

Mas foi a partir de 2004 que Lee Hsien Loong, terceiro “primeiro-ministro” de Singapura que o “País-Cidade - Estado” assumiu o protagonismo no globo terrestre com a construção de 2 (dois) *Resorts* integrados (IR) junto a península, bem como a criação de uma enorme avenida (*Market Street*) no coração da capital com a instalação dos principais conglomerados financeiros do mundo e a implantação de um modelo de sustentabilidade e equilíbrio ambiental por meio da agricultura urbana, paisagismo entre outras áreas que façam uso intensivo de novas tecnologias sustentáveis (Abshire, 2011). Em síntese, alguns dados geoeconômicos de Singapura podem ser visualizados no Quadro 1.

Quadro1 - Dados geoeconômicos do país de Singapura

	Área: 719,1 km ² – Singstat (2017); Nome Oficial: República de Singapura; Capital: Cidade de Singapura; População: 5,6 milhões de habitantes - Pnud (2017) Divisão Administrativa: 5 macrorregiões Língua oficial: Inglês Densidade Demográfica: 8.884 habitantes/km ² - Singstat (2017); IDH*: 0,95 – 11º lugar no mundo - Pnud (2017) PIB**: 294 bilhões de dólares – World bank (2017) Índice de Gini***: 0,42 – World bank (2017)
---	--

Notas: *Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), **O produto interno bruto (PIB), ***Coeficiente de Gini (nível de desigualdade social de escala entre 0 a 1, onde mais próximo de 1 indica maior desigualdade). Fonte: Elaborado pelo autor segundo dados do PNUD (2017) e World Bank (2017).

Para o governo singapuriano, o planejamento urbano do país não deveria limitar-se à forma tradicional de pensamento do ocidente em separar zona rural da urbana. Até porque as grandes áreas de produção agrícola para subsidiar a alimentação da nação são áreas praticamente inexistentes. Logo, o país deveria somar esforços e fazer diferente, ou seja, inovar produzindo alimentos em meio ao concreto dos arranha-céus do próprio “País-Cidade-Estado”. Nesse sentido, o modelo intensivo de agricultura no espaço “intra-urbano” tem recebido fortes incentivos como política pública e se apresentado nas mais diversas modalidades como: terraços de prédios, canteiros de estradas, vilarejos e espaços educativos ou institucionais, entre outros ainda não inventariados. Por outro lado, para alcançar a autossuficiência na produção de alimentos, a ênfase sugerida pelo governo singapuriano é produzir diretamente no local onde possa ser consumido.

Sob essa dimensão, a busca de modelos de agricultura urbana tem ocorrido na sustentação do consumo sustentável e de produção de alimentos livre de agrotóxicos. E é exatamente pensando no futuro que o governo singapuriano estabeleceu uma política de longo prazo com algumas metas audaciosas no que

representa a produção e consumo de alimentos. A figura 4 demonstra a expectativa do governo de Singapura quanto aos resultados de suas políticas públicas até o ano de 2050, ou seja, atingir a autossuficiência da produção de alimentos por meio da agricultura urbana, ao contexto que essa atividade econômica possa assegurar a autonomia sobre a segurança alimentar e a independência do país relativo às importações de alimentos.

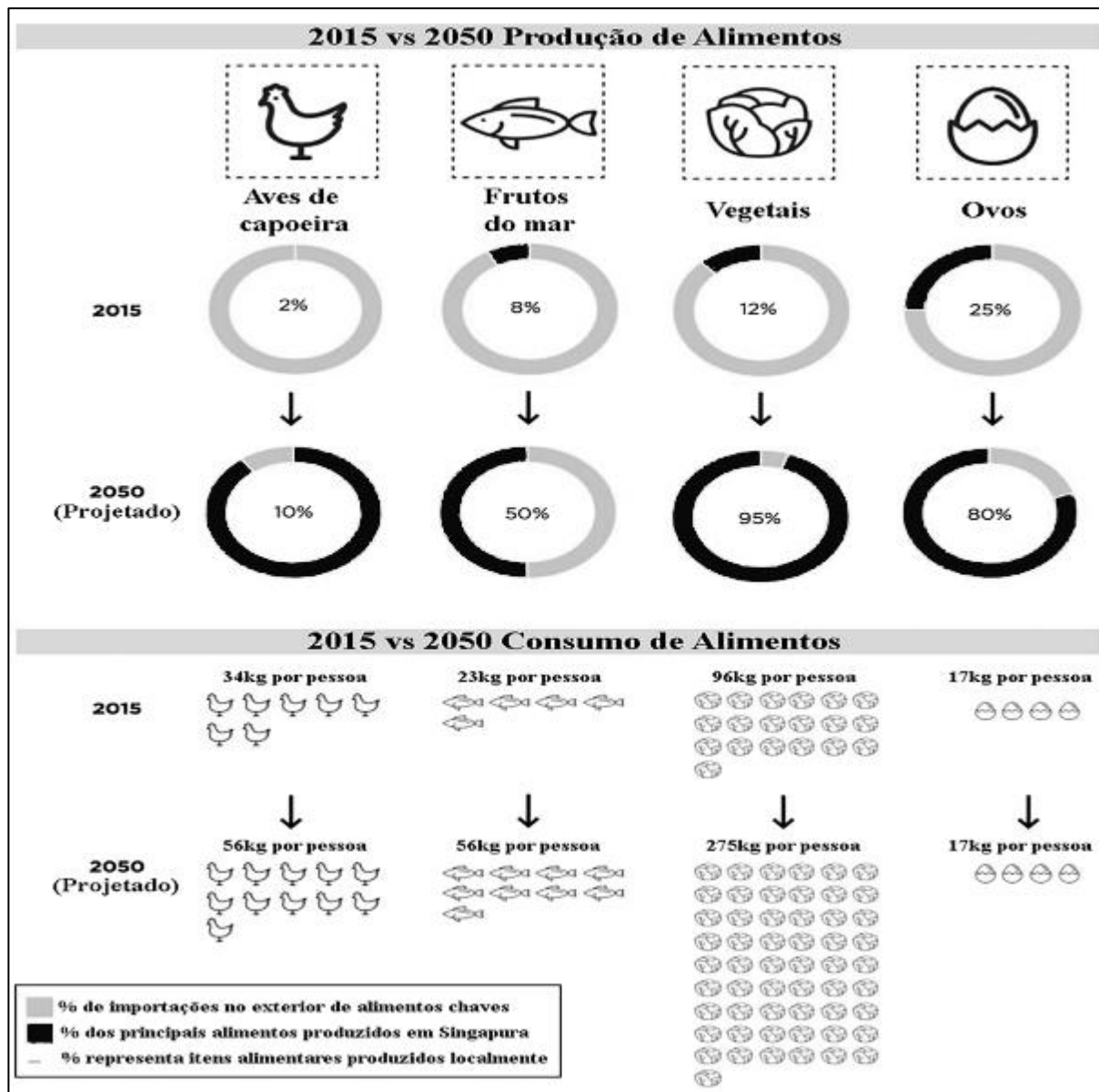


Figura 4 - Comparação da produção de alimentos e consumo em 2015 e projeção para 2050 conforme expectativas de investimentos do governo de Singapura. Fonte: Adaptado pelo autor baseado no relatório de Ava-Singapore (2017).

Conforme dados institucionais da Ava-Singapore (2017), o consumo médio *per capita* de um singapuriano é de 82,6 kg de vegetais anualmente. Com a presente população de 5,6 milhões de indivíduos segundo Singstat (2017), o país precisou de 462.560 toneladas de frutas, legumes e verduras - FLVs. Desse volume, a agricultura tradicional em combinação com as fazendas sustentáveis (agricultura em terraços de prédios urbanos somados a agricultura vertical em galpões, entre outras modalidades) poderia satisfazer, conforme relato de especialistas locais a produção de 35,5% das necessidades de vegetais local. Porém os produtores domésticos conseguiram produzir apenas 8% dos vegetais que o país consumiu no período de 2016. Dessa maneira, 42% de todos os vegetais importados vieram da Malásia, 26% proveio da China, 25%

da Tailândia e 7% de outros países como: Indonésia, Vietnã, Índia, Estados Unidos e Austrália (Ava-Singapore, 2017).

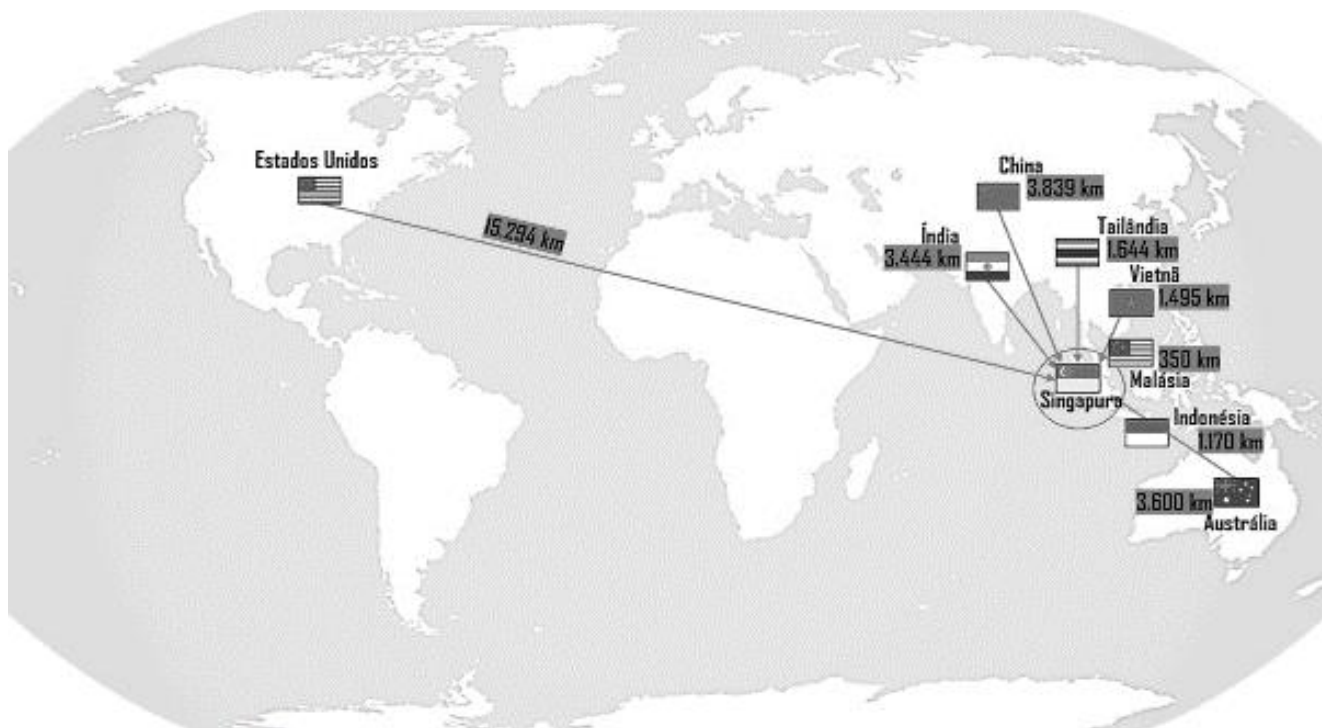


Figura 5 - Distância média estimada em linha reta entre Singapura e países que fornecem alimentos ao singapurianos.

Observação: Devido a limitada informação disponível sobre a localização exata dos vegetais importados, optou-se mensurar a distância a partir de uma localização central de cada país. Fonte: Elaboração própria a partir do trabalho de campo.

Sendo assim, baseado nos dados disponíveis pela plataforma de informações do governo singapuriano relativo as suas importações de alimentos, pode-se realizar uma simulação da carga de emissão de CO₂ expelida na natureza dado a prática dessa atividade de dependência alimentar. Para tanto, utilizou-se como métrica de cálculo o peso total de 425.555 toneladas de vegetais importados no período de 2016 (correspondente ao nível de 92% de importação de alimentos), onde procurou estabelecer um prévio mapeamento das rotas dos principais fornecedores desses alimentos para o país de Singapura. A seguir, foi possível mensurar através dessas rotas (ver Figura 5) as distâncias médias percorridas em (km) dos alimentos importados pelos Singapurianos, bem como qual os modelos de transporte utilizados para tal operação logística. Dessa maneira, foi atribuído uma estimativa de emissão de CO₂ levando em conta apenas as modalidades de transporte e os quilômetros percorridos desses alimentos, respeitando critérios de (Cervero, 1995). Os critérios levam em conta estudos laboratoriais simulativos, em que em média caminhões podem emitir [207g CO₂/Tonelada/quilômetro percorrido] e navios [30g CO₂/Tonelada/quilômetro percorrido].

Nesse sentido, ao realizar o cálculo estimativo da emissão de CO₂ gerado por Singapura, somente pelo ato de importação de seus alimentos, o país chegou a gerar em 2016 o valor de 35.408 toneladas de CO₂ expelido na natureza (ver Quadro 2). Devendo ressaltar ao leitor que essa estimativa encontra-se atrelada ao nível percentual de 92% de importação de alimentos ocorrido no período de 2016.

Quadro 2 - Cálculo estimativo de emissões de CO₂ relativo a importações de vegetais no ano de 2016 de Singapura

Importação total dos vegetais em Singapura em 2016:				425.555 toneladas
Nível de importação:				92%
Países	Malásia	China	Tailândia	Demais outros países como: Austrália, EUA, Indonésia, Índia e Vietnã
Percentual de importação	42%	26%	25%	7%
[1] Peso (toneladas)	178,733 ton.	110,664 ton.	106,389 ton.	29,789 ton.
[2] Média de distância percorrida	350 km	3839 km	1644 km	5000 km Média de 5 outros países (EUA, Indonésia, Índia e Vietnã)
Modelo de transporte	Caminhão	Navio	Navio	Navio
[3]** Taxa geral de emissões de CO ₂	207g/Tonelada/quilômetro (WHITELEGG, 1993)	30g/Tonelada/quilômetro (WHITELEGG, 1993)	30g/Tonelada/quilômetro (WHITELEGG, 1993)	30g/Tonelada/quilômetro (WHITELEGG, 1993)
Estimativa das emissões de CO ₂ [1] x [2] x [3]	12949 ton.	12743 ton.	5247 ton.	4468 ton.
Total das emissões de CO ₂	(35.408 toneladas de CO₂)*			

Nota: * Estimativa de emissão de CO₂ levando em conta apenas a modalidade transporte, ** Dividir por 1000 a taxa geral de emissão de CO₂, uma vez que, a medida encontra-se em grama por tonelada. Fonte: Elaboração própria a partir do trabalho de campo.

Os dados a seguir dimensionados no quadro 3 demonstram simulações relativas ao avanço da agricultura urbana de Singapura, a qual relativamente determinará a redução percentual do nível de importação de alimentos, bem como por consequência ocorrerá uma substancial contribuição ao meio ambiente na redução da emissão de CO₂ na atmosfera. Enfatizando de maneira clara ao leitor que a condição de cálculo estimativo da emissão de CO₂ expelido na atmosfera respeitou a condição *ceteris paribus* quanto ao nível populacional e ao consumo total de alimentos do país de Singapura.

Quadro 3 - Quanto a agricultura urbana singapuriana pode contribuir para a sustentabilidade.

População Total - Singapura	5,6 milhões	
Consumo Total - Alimentos	462.560 (toneladas)	
Importação de alimentos	Produção local de alimentos	Emissão de CO ₂ (toneladas)
100,00%	0,00%	38.486,00
92,00%	8,00%	35.408,00
64,50%	35,50%	24.824,00
50,00%	50,00%	19.243,00

Fonte: Elaboração própria a partir do trabalho de campo.

Pois, acaso Singapura em 2017 conforme pesquisa de campo em diálogo com especialistas locais, tivesse produzido 35,5% de todo o alimento que o país necessitava por vias da agricultura urbana, o mesmo já poderia ter se beneficiado com maior segurança alimentar a sua nação, bem como, ter contribuído para a sustentabilidade planetária com a redução de 13,6 mil toneladas de emissão de CO₂ expelido na atmosfera. Logo, a pergunta que se faz é, qual a contribuição que a “moderna agricultura urbana” do país de Singapura pode oferecer como política pública de sustentabilidade e compromisso em reduzir a emissão de CO₂ no

globo terrestre, bem como assegurar a segurança alimentar aos seus cidadãos? A resposta a essa pergunta pode ser baseada nos cálculos do governo singapuriano, que apontam a atividade de agricultura urbana dado suas evoluções tecnológicas como o grande propulsor de elevação do nível de produção agrícola no país. Ou seja, o objetivo agora é saltar o nível de produção local de vegetais que em 2016 foi de (8%) para (35,5%) até o final dessa década e chegar em 2050 importando apenas 5% de todos os alimentos que o país necessita. Com essa meta, o governo singapuriano estima ser um dos países mais sustentáveis do mundo e com um modelo de soberania e segurança alimentar mais eficientes.

Discussões

Após breve exposição da importância da agricultura urbana como mecanismo de auxílio a soberania alimentar de nações com elevada densidade demográfica, bem como ferramenta de contribuição para a redução logística das cadeias produtivas alimentares, o que por consequência gera significativa redução na emissão de CO₂ na natureza. Logo, é preciso entender e compreender qual é o formato dessa moderna agricultura urbana que já algum tempo faz parte do cotidiano dos cidadãos de Singapura que residem em áreas urbanas e/ou peri-urbanas.

A pesquisa de campo esteve presente na maior fazenda urbana da Ásia, mais exatamente na região sudoeste de Singapura, conhecida como *Skygreens Farm* (ver Figura 6). Essa companhia tem a missão de tornar a agricultura vertical uma atividade de maior rendimento produtivo da história em áreas urbanas, ou seja, produzir cinco a seis vezes mais do que normalmente se produz com a mesma quantidade de espaço físico quando se compara ao sistema convencional. O senhor *Jack Ng* (*proprietário*) relatou que fez isso com recursos mínimos por inventar estruturas verticais conhecidas como fazendas de torre.



Figura 6 - Sistema produtivo de agricultura urbana da companhia *Skygreens Farm*. Fonte: Elaboração própria a partir do trabalho de campo.

Essas torres verticais de produção agrícola possuem nove metros de altura e são estruturas metálicas somadas em partes de madeira e PVC rígidos. Esse dispositivo tem se configurado como sendo “Torre de vegetais ao(s) céu(s)” como assim, popularmente, ficou conhecido na Ásia. As torres consomem apenas 1

kW de energia elétrica por hora, dado seu principal papel em rotacionar a água (solução nutritiva) que é bombeada e redistribuída para 22 cremalheiras de vegetais (ver Figura 7).

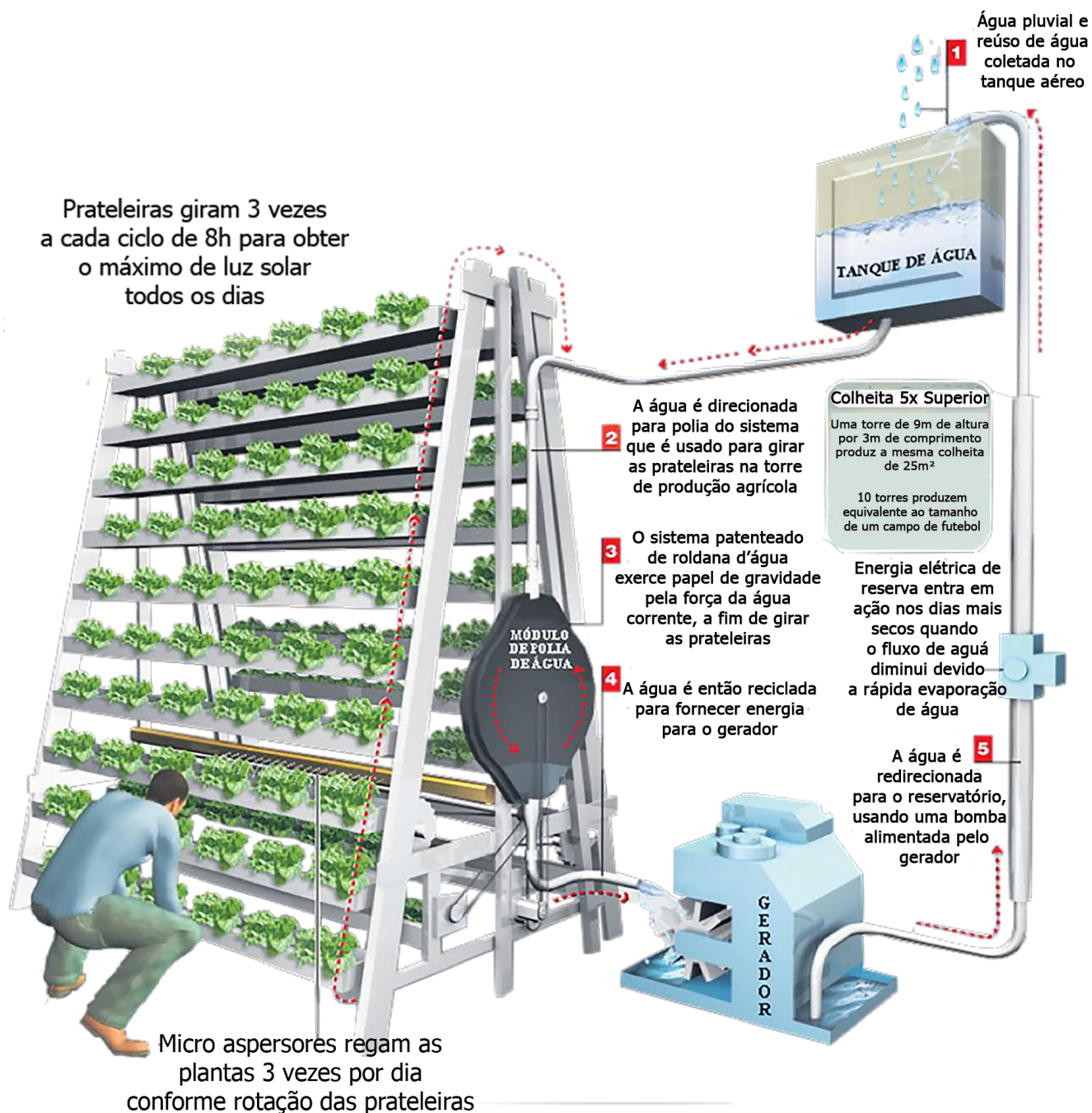


Figura 7 - Croqui técnico do sistema produtivo de agricultura urbana da agroindústria Skygreens Farm. Fonte: Elaboração própria a partir do trabalho de campo.

Para configurar um conjunto de torres é necessário que se tenha um gerador elétrico acoplado a um sistema de tubulações conectados diretamente a um tanque de água e, por fim, esse tanque conectado a polias das torres verticais que assume o papel de girar as prateleiras e finalizar seu ciclo retornando novamente ao gerador. Todo esse sistema para preços de mercado em 2018 esteve orçado na ordem de \$ 10.000 (Dez mil dólares singapurianos). Com a implementação da fazenda *Skygreens Farm* desde 2015, a mesma produz mais de 1.000 toneladas de vegetais (FLVs) por hectare/ano. Além disso, os vegetais da fazenda *Skygreens Farm* levam cerca de 4 horas para a colheita diária e 30 minutos para chegar às prateleiras em supermercados, restaurantes, hotéis, bares e boutiques de vegetais locais. Em comparação com os vegetais importados, esses levam até 3 semanas

para chegar aos portos de Singapura, havendo até 40% de perda dos produtos por estragarem naturalmente ou por estarem amassados ou esmagados devido à longevidade do transporte.

A fazenda *Skygreens Farm* é considerada também de alta qualidade e flexibilidade por possuir tecnologia de estruturas modulares que são personalizáveis e escaláveis de acordo com o que é necessário. Essa tecnologia obteve certificação internacional de uso de baixa energia: uma vez que a Luz Solar Natural é usada permitindo a agroindústria consumir apenas a eletricidade de 40W (equivalente a uma lâmpada) para alimentar por dia o giro de 9 metros de altura das torres verticais. Por sua vez, a fazenda *Skygreens Farm* faz o uso racional da água, ou seja, com as plantas irrigadas e adubadas usando um método de inundação, não há nenhuma necessidade de projetos de incêndios ou desperdício de água.

Outro modelo de fazenda urbana bem utilizado e em grande escala em Singapura são as fazendas de terraços prediais (ver Figura 8). A pesquisa de campo observou a agroindústria *Citiponics*, localizada em Singapura na estrada de Kang Ching, 164. Essa foi fundada pelo empreendedor malaio Teo Hwa Kok de 55 anos e sua irmã Jenny Toh, em 2012. A fazenda se faz presente em um telhado de estacionamento de vários andares de um condomínio privado, onde inúmeras torres de 1,8 m de altura estão alinhadas uma ao lado da outra, cobertas de vegetais verdes frondosos e se destacam aos olhos de quem passa próximo aos prédios e visualizam aos céus.



Figura 8 - Fazenda de terraço predial em Singapura (*Citiponics*). Fonte: Elaboração própria a partir do trabalho de campo.

O sistema de jardinagem em escala desenvolvido por Teo Hwa Kok, foi patenteado como Sistema Aquapônico Orgânico ou mais usualmente conhecido em inglês como *Aqua Organic System (AOS)*. Esta tecnologia de crescimento urbano inteligente de vegetais apresentou múltiplos benefícios: expôs ser muito higiênico, mostrou ser eficiente no uso racional de água em até 90% dado comparação a produção agrícola convencional, indicou otimização na economia de espaço, elevando o nível de produtividade em quilos de vegetais por metro quadrado e, por fim, devido à condição geoespacial da produção agrícola (fazenda aos céus) a técnica AOS se mostrou também anti-mosquitos ou reprodutores dos mesmos.

Tais características contribuíram para o modelo AOS tornar-se um estudo de caso local bem-sucedido para terraços de prédios desocupados ou sem usos específicos. De maneira geral, um modelo sustentável e inovador aos telhados e terraços de prédios urbanos para todas grandes cidades do mundo. Em relação aos produtos colhidos do jardim *Citiponics*, esses são ofertados e distribuídos aos moradores que vivem no

bairro por meio das boutiques de vegetais existentes nos supermercados locais. A comercialização dos vegetais, dessa maneira, tem priorizado o mercado via contratual e não o via *spot* (venda direta ao consumidor final).

De fato, o que ficou bem perceptivo na ideia de Fazendas Urbanas no Céu (*Sky Farms*) ou Fazendas de telhados (*Rooftop farming*) é a oportunidade de negócio inovadora que age como uma espécie de mercado vivo em que os produtos orgânicos, frescos ou beneficiados, são produzidos e comercializados localmente mantendo uma atmosfera de contato com o público consumidor. Assim, a facilidade e rapidez no abastecimento constante de orgânicos também abre o mercado para atender restaurantes, empórios e lojas especializadas que procuram por produtos de alta qualidade.

Por fim, a última pesquisa de campo e observação realizado em Singapura se deu junto à fazenda urbana *indoor* (ambiente de interiores) "*UpGrown Farming Company*". Essa é uma agroindústria de pequeno e médio porte, fundada por dois jovens o Sr. Terence e Sr. Lionel Wong (ambos 30 anos de idade) ex-alunos da *Temasek Polytechnic / Universidade de Queensland* — Austrália. A agroindústria urbana *UpGrown Farming* produtora de vegetais está localizada na (5 *Eunos Avenue* 8A - *Singapore* 409459), na região Sudeste de Singapura dentro de um prédio comercial. O mesmo é tido como uma *startup* com a finalidade em atender questões de segurança alimentar, bem como solucionar demandas de clientes consumidores desejosos por vegetais de alta qualidade (ver Figura 9).

O foco da fazenda urbana *UpGrown Farming* tem sido se basear nas diretrizes do governo singapuriano em segurança alimentar e redução da dependência de importação de alimentos de outros países. Sob essa ótica, a agroindústria *UpGrown Farming* tem adotado como metodologia de produção de seus vegetais um equipamento vertical em formato de torres, essa tecnologia patenteada com o nome *ZipGrow™*, a qual acomoda os vegetais já em fase de crescimento (após 1 semana de vida).

Assim, o papel dessas torres rígidas de PVC, que se fixam em estruturas de inox leve, seria a responsabilidade de uma maneira geral a imitar as condições naturais de uma produção agrícola convencional. Isto é, os diodos de Led(s) fixados a cada torre servem como luz solar através de luzes modificadas com comprimentos de ondas ajustadas, dependendo da cultura a qual está sendo produzida. Pois as torres também promovem o suporte de alimentação contínua e controlada dos vegetais através de uma solução nutritiva, automatizada via sistema hidropônico por gotejamento superior das torres, seguindo para partes inferiores. Em síntese, com a tecnologia *ZipGrow™* a fazenda *indoor* singapuriana constatou que é possível produzir uma série de vegetais ou microvegetais, conhecido como ervas. Em média a resposta para o tempo de colheita tem sido entre 14 a 40 dias para vegetais e de 15 dias para os micros vegetais. Especialistas ainda ressaltaram a importância nos vegetais produzidos e quando vendidos em ambientes urbanos tem a vantagem de perder em menor percentual suas propriedades nutritivas, uma vez que o consumidor final o consome de maneira mais rápida. Ao contrário do sistema convencional ou quando esses vegetais são importados, pois o acondicionamento muitas vezes inapropriado ou ineficiente faz com que haja perdas das propriedades nutritivas dos alimentos ou até mesmo o descarte total.



Figura 9 - Fazenda *Indoor* em Singapura (*UpGrown Farming Company*). Fonte: Elaboração própria a partir do trabalho de campo.

Em suma, o que pode ser observado como política pública de planejamento e gestão do “país-estado” de Singapura é uma moderna agricultura urbana com ênfase na sustentabilidade plena e eficiência produtiva. Pois, os modelos de agricultura urbana utilizados por esse país através de fazendas verticais, fazendas de terraços prediais e fazendas *indoors* são modelos que auxiliam em grande magnitude a soberania alimentar de uma nação, como também contribuem de maneira significativa para o encurtamento das cadeias produtivas alimentares e por consequência a respectiva redução da emissão de CO₂ na natureza.

Considerações finais

Conforme Muller et al. (2017), as soluções agrícolas de alta tecnologia (como exemplo as fazendas verticais ou *indoors* ou de terraços) — que não necessitam do uso de solo — dificilmente serão uma boa opção quando a terra não for de fato um recurso escasso, ou quando o capital financeiro não for abundante. Porém, esses modelos de produção alternativos podem ser promissores para a proteção do solo e promoção da sustentabilidade no que se refere em produzir alimentos com menor agressão possível a natureza (De Lucena & Da Silva, 2018).

Dessa maneira, pode-se concluir que efetivamente a agricultura urbana do país de Singapura possui um diferencial por suas amplitudes tecnológicas associadas ao processo de se produzir alimentos sem uso do solo, sem uso de agrotóxicos e com alta produtividade e qualidade. Esses fatores têm se mostrado promissores quanto ao alcance das metas de políticas públicas que o governo singapuriano deseja para 2050, ou seja, “Soberania Alimentar” dado a não dependência e a necessidade em importar alimentos de outros países, bem como “Segurança Alimentar”, isto é, assegurar o direito de alimentos de qualidade a todos singapurianos, livre de agrotóxicos e demais impurezas. E por fim, fazer parte dos países mais avançados do mundo na contribuição para a efetiva redução da emissão de CO₂ expelido na atmosfera do planeta.

O que se notou é que a atividade de agricultura urbana desenvolvida por Singapura em contraste com países ocidentais, como exemplo o Brasil, é fruto da influência do sistema econômico capitalista no espaço

urbano ou periurbano, com base na necessidade do poder agroindustrial de "modelar" a cidade de acordo com os seus interesses. Para o governo Singapuriano alimento não é apenas um bem de necessidade imediata para seus habitantes, mas sim uma arte de agregar valor e personificação tecnológica dado à simbiose entre rural e o urbano. É com os alimentos produzidos no coração do "País-Cidade-Estado" que Singapura deseja promover a maior circulação e liquidez de dólares aos seus agricultores urbanos, através de eventos gastronômicos, agroturismo alimentar e vendas de produtos tecnológicos para a produção de alimentos urbanos.

Outro ponto relevante observado na pesquisa diz respeito ao sistema de comercialização da produção adotado pelas Fazendas urbanas de Singapura. Estas, trabalham toda sua produção sob o regime contratual, evitando riscos especulativos de mercado e assegurando um maior controle a solidez do seu fluxo de caixa. Se fossemos comparar novamente com o Brasil, boa parcela da agricultura urbana brasileira trabalha sob um regime de risco conhecido como mercado *spot*, no qual os acordos de compra e venda dos produtos são meramente informais e os preços estabelecidos conforme a oscilação da oferta e demanda de mercado. Nesse sentido, se presume que o sucesso do modelo de agricultura urbana singapuriano esteja muito atrelado à segurança contratual, minimizando assim os custos de transações entre os agentes econômicos envolvidos. Estes contratos atendem desde supermercados, hotéis, restaurantes, bares, quanto setores institucionais como: hospitais, creches, asilos, universidades e presídios.

Em suma, a agricultura urbana, caso seja devidamente promovida, independente do país ser desenvolvido ou em processo de desenvolvimento, pode desempenhar um papel crucial na busca da segurança alimentar, também na geração de emprego e renda para milhares de pessoas, bem como assumir uma série de benefícios ambientais no que se refere à redução de CO₂ na atmosfera e minimização das ilhas de calor urbano.

Referências

- Abshire, J. E. (2011). *The history of Singapore*. United States of America: Greenwood.
- Agri-Food & Veterinary Authority of Singapore - AVA-SINGAPORE. (2017). *Singapore Food Agency*. Singapore: AVA-SINGAPORE. Recuperado em 27 de janeiro de 2018, de <https://www.sfa.gov.sg/>
- Campbell, S. (1996). Green Cities, Growing Cities, Just Cities?: Urban Planning and the Contradictions of Sustainable Development. *Journal of the American Planning Association*, 62(3), 296-312. <https://doi.org/10.1080/01944369608975696>
- Carolan, M., & Hale, J. (2016). "Growing" communities with urban agriculture: Generating value above and below ground. *Community Development*, 47(4), 530-545. <https://doi.org/10.1080/15575330.2016.1158198>
- Cervero, R. (1995). Transport for a Sustainable Future: The Case for Europe. *Economic Geography*, 71(3), 322-324. <https://doi.org/10.2307/144316>
- Lucena, L. P., & da Silva, C. E. S. F. (2018). Modelos de agricultura urbana para a segurança alimentar: um estudo comparativo entre Singapura e Brasil. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 9(3), 379-397. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.003.0030>
- Lucena, L. P., Neto, F. J. K., Massuia, F. M., & Fanti, L. D. (2014). Avaliação multicriterial das fazendas verticais canadenses como modelos sustentáveis de agricultura urbana. *RAI Revista de Administração e Inovação*, 11(1), 181-202. <https://doi.org/10.5773/rai.v11i1.1159>
- Dorfman, R. (1989). Thomas Robert Malthus and David Ricardo. *Journal of Economic Perspectives*, 3(3), 153-164. <https://doi.org/10.1257/jep.3.3.153>
- Food Agriculture Organization - FAO. (2012). *Criar cidades mais verdes*. Roma: FAO. Recuperado em 15 de agosto de 2018, de <http://www.fao.org/3/i1610p/i1610p00.pdf>
- Food Agriculture Organization - FAO. (2015). *Status of the World's Soil Resources: Main Report*. Roma: FAO. Recuperado em 23 de março de 2018, de <http://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf>
- Food Agriculture Organization - FAO. (2017). *Global report on food crises 2017*. Roma: FAO. Recuperado em 07 de setembro de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-br323e.pdf>

- Lucena, L. P. d. (2014). Modelo urbano de produção rural verticalizado como alternativa de segurança alimentar às grandes cidades: um estudo da viabilidade econômica e organizacional do modelo vertical canadense e do modelo horizontal brasileiro (Tese de doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre. <https://doi.org/10.29327/434037>
- Lucena, L. P. d. (2016). *Fazendas Urbanas I - Alternativa a segurança alimentar* (Vol. 1). Curitiba: Editora Prismas Agro.
- Lucena, L. P. d. (2018). *Fazendas Urbanas II: Modalidades da Agricultura Urbana para Segurança Alimentar* (Vol. 2). Nova York: Amazon Books. <https://doi.org/10.29327/53912>
- Martin, G., Clift, R., & Christie, I. (2016). Urban cultivation and its contributions to sustainability: Nibbles of food but oodles of social capital. *Sustainability*, 8(5), 409. <https://doi.org/10.3390/su8050409>
- Muller, A., Ferré, M., Engel, S., Gattinger, A., Holzkämper, A., Huber, R., & Six, J. (2017). Can soil-less crop production be a sustainable option for soil conservation and future agriculture? *Land Use Policy*, 69, 102-105. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.09.014>
- National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA. (2018). *Global carbon dioxide growth in 2018 reached 4th highest on record*. Washington: NOAA. Recuperado em 07 de setembro de 2018, de <https://www.noaa.gov/news/global-carbon-dioxide-growth-in-2018-reached-4th-highest-on-record>
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD. (2017). *Singapore*. New York: PNDU. Recuperado em 2 de março de 2018, de <http://www.undp.org/content/undp/en/home/funding/core-donors/Singapore.html>
- Pothukuchi, K., & Molnar, S. A. (2015). Sustainable Food Systems at Urban Public Universities: A Survey of U-21 Universities. *Journal of Urban Affairs*, 37(3), 341-359. <https://doi.org/10.1111/juaf.12149>
- Population Reference Bureau - PRB. (2019). *Population mid - 2050*. Washington: PRB. Recuperado em 10 de abril de 2018, de <https://www.prb.org/international/geography/world/>
- Pölling, B. (2016). Comparison of Farm Structures, Success Factors, Obstacles, Clients' Expectations and Policy Wishes of Urban Farming's Main Business Models in North Rhine-Westphalia, Germany. *Sustainability*, 8(5), 446. <https://doi.org/10.3390/su8050446>
- Rogus, S., & Dimitri, C. (2015). Agriculture in urban and peri-urban areas in the United States: Highlights from the Census of Agriculture. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30(1), 64-78. <https://doi.org/10.1017/S1742170514000040>
- Singapore of Statistics - SINGSTAT. (2017). *Department of Statistics Singapore*. Singapore: SINGSTAT. Recuperado em 03 de janeiro de 2018, de <http://www.singstat.gov.sg>
- Souto, J. M. M. (2017). *Urban agriculture: a new dimension of agribusiness* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre - RS. Recuperado em dia 18 de abril de 2018, de <http://hdl.handle.net/10183/163536>
- Specht, K., Siebert, R., Hartmann, I., Freisinger, U. B., Sawicka, M., Werner, A., & Dierich, A. (2014). Urban agriculture of the future: an overview of sustainability aspects of food production in and on buildings. *Agriculture and Human Values*, 31(1), 33-51. <https://doi.org/10.1007/s10460-013-9448-4>
- Warming, M., Hansen, M. G., Holm, P. E., Magid, J., Hansen, T. H., & Trapp, S. (2015). Does intake of trace elements through urban gardening in Copenhagen pose a risk to human health? *Environmental Pollution*, 202, 17-23. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.03.011>
- Witheridge, J., & Morris, N. J. (2016). An analysis of the effect of public policy on community garden organisations in Edinburgh. *Local Environment*, 21(2), 202-218. <https://doi.org/10.1080/13549839.2014.936843>
- World bank - WB (2017). *The World bank in Singapore*. Singapore: WB. Recuperado em 22 de janeiro de 2018, de <http://www.worldbank.org/en/country/singapore>

Editor responsável: Harry Bollmann

Recebido: 27 set. 2019

Aprovado: 27 out. 2020