

FAZENDAS VERTICAIS: DESCRIÇÃO, PANORAMA MUNDIAL E PERSPECTIVAS PARA O FUTURO.

JOSÉ SINÉZIO REBELLO DE FARIA
CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI

CARLOS EDUARDO CUGNASCA

JULIO CESAR CANDIA NISHIDA
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

EDUARDO MARIO DIAS

JAIRO CARDOSO DE OLIVEIRA
UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

FAZENDAS VERTICAIS: DESCRIÇÃO, PANORAMA MUNDIAL E PERSPECTIVAS PARA O FUTURO.

1. Introdução

Segundo Despommier (2009), naquele ano a população do mundo era composta por 6,8 bilhões de pessoas e para sua alimentação utilizavam-se áreas de terras agricultáveis para a produção de alimentos e criação de gado que alcançavam a dimensão correspondente à área da América do Sul. Estima-se que a população mundial chegará a 9,7 bilhões de pessoas em 2050 (ONU, 2019), o que exigirá mais uma área igual ao tamanho do Brasil em terras agricultáveis, que nos atuais padrões de produção de alimentos, não está disponível.

Um fato que se apresenta no contexto mundial é que desde a década de 1970 o estoque de terras agricultáveis per capita vem decrescendo constantemente, apesar do crescimento da população, fato este que demanda mais áreas para a agricultura. O crescimento da população mundial tem sido superior do que as de área agricultáveis, já tendo diminuído mais de 50%, segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2016).

No Brasil, a porcentagem média de perdas pós colheita de hortaliças pode alcançar 40%, enquanto que em países como os Estados Unidos este valor não passa de 10%. Compreende-se por perda a parte física da hortaliça que teve podridão ou que apresenta amassados ou cortes, que causam deterioração e depreciação dos produtos. Também há perdas dentro da fazenda e no seu transporte (VILELA et al., 2003).

Na fazenda tradicional, para se obter uma hortaliça de boa qualidade e alta produtividade são necessários solos férteis, clima em condições favoráveis, material de propagação de boa qualidade e execução correta dos tratamentos de cultivo. Os produtores devem escolher a época ou região mais favoráveis da cultura a ser explorada, levando em conta a sazonalidade e regionalização das produções afetando, assim, a regularidade do abastecimento (CARRIJO et al., 2000).

Nas produções agrícolas, as chuvas algumas vezes não são suficientes para suprir a umidade necessária. Para contornar este fato, os agricultores utilizam intensamente a irrigação, sendo que dois terços da água doce utilizada no planeta são consumidas por esta atividade. Com o grande consumo, muitas vezes verifica-se desperdício por mau aproveitamento da água, tornando-a cada vez mais escassa (IDEC, 2005). Outros fatores que se relacionam com o uso da água são os fertilizantes e os agrotóxicos, que carregados pela água, podem causar contaminação tanto na água subterrânea, como superficial (IDEC, 2005).

Desta forma, observa-se que as grandes limitações da agricultura tradicional são: o uso de um volume considerável de água doce, o uso de agrotóxicos, a sazonalidade na produção agrícola, as condições climáticas adversas e a logística (CARRIJO et al., 2000; IDEC, 2005; VILELA et al., 2003). Uma opção para mitigar estes problemas, considerando o ambiente urbano, são as fazendas verticais.

Fazendas verticais podem ser definidas como culturas em ambientes fechados, com utilização de células climáticas, nas quais o plantio é feito na forma vertical, com controle de luz, umidade e temperatura, dentre outros, para maximizar a produção em ambiente limitado (LEBLANC, 2019).

No contexto apresentado, o principal objetivo deste trabalho é avaliar os processos de produção, colheita, automação, logística e investimento das fazendas verticais, identificando como eles contribuem para o abastecimento de alimentos nas cidades, com diminuição de logística, uso de água e insumos agrícolas, além de casos de sucesso de sua implementação em ambientes urbanos.

2. Revisão da literatura

2.1 Tipos de fazendas

Fazendas são propriedades com estruturas destinadas à produção de alimentos e/ou criação de animais, e elas podem ser classificadas como: tradicionais, hidropônicas, orgânicas, biodinâmicas e verticais.

As fazendas tradicionais cultivam poucas espécies, podendo ser até mesmo uma só cultura, empregando alta tecnologia, procurando-se obter a máxima produtividade e o mais elevado padrão de qualidade (MAKISHIMA, 2004). Representam o modelo mais tradicional de produção agrícola. As fazendas hidropônicas apresentam como uma de suas características a forma de cultivo que não requer a utilização de solo. O método utilizado consiste no cultivo de plantas imersas em uma solução nutritiva, com ou sem substrato, fornecida às plantas em um fluxo contínuo ou intermitente (CARRIJO et al., 2000). Já as fazendas orgânicas cultivam hortaliças, temperos e ervas medicinais, respeitando o equilíbrio biológico da natureza, sem o uso de agrotóxicos e de maneira ecologicamente correta (SEDIYAMA; SANTOS; LIMA, 2014). As fazendas biodinâmicas têm alguns traços comuns com a agricultura orgânica, como a diversificação e integração das explorações vegetais, animais e florestais. Porém, apresentam dois pontos que as diferem: efetuam as operações agrícolas (plantio, poda, raleio e outros tratamentos culturais e colheita) de acordo com o calendário astral e usam preparados biodinâmicos, que são substâncias de origem mineral, vegetal e animal altamente diluídas (PENTEADO, 2001).

Já as fazendas verticais são classificadas em três tipos:

- a) Cultivo de plantas dentro de armazéns, galpões ou edifícios, com canteiros de um ou vários andares, e com o uso de luz artificial, que funcionariam como estufas de grande dimensão;
- b) Cultivo em telhados de prédios antigos ou novos, tanto comerciais como residenciais;
- c) Edifício específico, considerado visionário, de vários andares.

Considerando os tipos de fazendas verticais, os principais sistemas são a hidroponia, a aeroponia e a aquaponia, que envolvem o uso de várias tecnologias associadas (AL-KODMANY, 2018).

2.2 Características e discussão das fazendas verticais

Através de pesquisa bibliográfica foram levantadas as principais características das Fazendas Verticais, que são analisadas nos vários processos que compõem este tipo de estrutura de produção, que são: (i) de produção; (ii) de colheita; (iii) de automação; (iv) de investimento; e (v) de logística.

2.2.1 Produção

No processo de produção das fazendas verticais, o primeiro aspecto analisado está ligado à cultura em si e à sua variedade e proteção. As fazendas verticais, por terem a característica de serem células climáticas, podem ser adaptadas para uma ampla variedade de culturas (AL-KODMANY, 2018; PINKFARMS, 2019). Conforme Sarkar e Majumder (2015), este ambiente controlado permite uma grande variedade de culturas que podem ser produzidas o ano todo e praticamente em qualquer região, além de estarem protegidas de efeitos climáticos, como inundações e secas. Ainda segundo os autores, como o ambiente é fechado e controlado, a entrada de insetos não é permitida, tornando a fazenda vertical uma cultura orgânica.

Porém esse isolamento traz questões como a ausência de polinização por seus agentes naturais. A polinização não se mostra como um problema em algumas culturas de plantas frondosas, como alfaces, ervas ou outros vegetais folhosos especiais em um ambiente controlado e livre de insetos. Já para as culturas frutíferas, como a de berinjelas, de morangos e de tomates, são alguns exemplos que requerem trabalho manual para a sua realização (CURREY, 2017; LEBLANC, 2019).

O uso e aproveitamento da água é outro aspecto analisado no âmbito das fazendas verticais. No ciclo de desenvolvimento da planta, cerca de 98 % da água absorvida pela planta

é perdida nos seus processos de exsudação, gutação e transpiração (ZUCUNI; MARLON; ARENHARDT, 2015). A recuperação média da água usada no cultivo e lavagem de bancadas, é de aproximadamente 95% de um cultivo em campo aberto e se consegue recuperar mais de 20% de um cultivo hidropônico (PINKFARMS, 2019). Conforme Sarkar e Majumder (2015), o uso de água é 70% menor em comparação ao campo aberto das fazendas tradicionais. As fazendas verticais têm baixo consumo de água, utilizando cerca de 10% da água necessária para uma fazenda tradicional, sendo que toda a água doce antes de entrar na fazenda vertical é tratada, removendo-se todos os contaminantes, garantindo-se, assim, uma ótima qualidade da água (AL-KODMANY, 2018). Outro aspecto a ser considerado é a qualidade do ar na fazenda vertical, que é avaliada constantemente para a manutenção da sua condição ideal, por meio de controle automático dos níveis de CO₂, da temperatura e da umidade (AL-KODMANY, 2018).

Nas fazendas verticais não é feito o uso de produtos químicos, como os agrotóxicos ou clorados, e também as características de célula controlada e climatizada garantem o emprego de procedimentos rigorosos de biossegurança, que eliminam todas as ações das pragas, dos insetos e das doenças, dispensando o uso de fungicidas, de herbicidas e de pesticidas (AL-KODMANY, 2018; PINKFARMS, 2019; SARKAR; MAJUMDER, 2015; VFS, 2019). Como não há contato de humano ou de animal nas etapas de crescimento, triagem e embalagem, não é necessário haver a lavagem com cloro nas plantas (VFS, 2019; PINKFARMS, 2019).

O monitoramento dos níveis de nutrientes disponíveis para a alimentação das plantas deve ser constante, ajustando-se o seu nível ideal a cada etapa de seu crescimento. Os nutrientes que são normalmente monitorados são: nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio, magnésio, ferro, manganês, boro, cobre, zinco e molibdênio (SARKAR; MAJUMDER, 2015). Na fazenda vertical são usadas formulações especiais de nutrientes biologicamente ativos em todos os ciclos de colheita, fornecendo enzimas orgânicas e minerais de ótima qualidade para garantir o crescimento saudável das plantas (AL-KODMANY, 2018).

O uso eficiente da energia é um ponto considerado nas fazendas verticais. Com o uso de células climáticas de alta eficiência térmica, tem-se a redução do uso de energia para o controle térmico (VFS, 2019). A utilização em etapas de períodos parciais de luz em um período de 24 horas evita a sobretaxa de energia com base no pico de consumo (VFS, 2019). A fazenda vertical também pode ser competitiva em termos de emissão de carbono. Usando energia renovável nos telhados das fazendas, pode-se instalar painéis solares e moinhos de vento para geração de energia elétrica, que contribuem no sistema ambiental e na iluminação, bem como na eliminação de equipamentos como tratores, bombas de irrigação, entre outros usados em fazendas tradicionais, que usam combustíveis fósseis (SARKAR; MAJUMDER, 2015). O uso da tecnologia de iluminação baseada em LEDs de alta intensidade e alta eficiência energética garante o uso baixo de energia para o crescimento máximo da planta. O monitoramento automático dos comprimentos de onda fotossintéticos, sincronizados com a fase do crescimento das culturas, diminui ainda mais o uso de energia (AL-KODMANY, 2018; PINKFARMS, 2019; VFS, 2019). Com o seu conjunto de células climatizadas e automação em todas as etapas de produção, o sistema, como um todo, requer mais energia para produção que uma cultura tradicional (SARKAR; MAJUMDER, 2015).

As Fazendas Verticais podem apresentar laboratórios de controle de qualidade, que monitoram todo o ciclo de produção, garantindo a segurança alimentar, documentando o estado nutricional de cada cultura e monitorando as doenças das plantas (DESPOMMIER, 2010).

2.2.2 Colheita

O processo de colheita é programado e controlado na fazenda vertical. Como as edificações fechadas independem das condições climáticas externas, tem-se maior confiabilidade e maior rotatividade que em culturas de campo aberto. Portanto, por exemplo, a produção de 500 m² em uma fazenda vertical equivale a 32.336 m² (8 acres) de produção de

uma fazenda convencional (VFS, 2019). Os ciclos de colheita são mais rápidos devido ao sistema de controle da umidade, temperatura e fotoperíodo (SARKAR; MAJUMDER, 2015). Em fazendas verticais bem administradas não há perda de safra e não há safras sazonais (VFS, 2019). O tempo de colheita e qualidade da produção são consistentes e confiáveis, permitindo que o produtor se comprometa com cronogramas de entregas aos clientes (SARKAR; MAJUMDER, 2015);(VFS, 2019).

O projeto da fazenda vertical trabalha com vários níveis nos sistemas (prateleiras), em um mesmo piso e pode fornecer até oito vezes mais área de cultivo que o de campo aberto (SARKAR; MAJUMDER, 2015). Com o trabalho em várias prateleiras e um encurtamento no tempo de colheita (por exemplo, pode-se colher um alface com 35 dias, enquanto em fazendas tradicionais gasta-se cerca de 70 dias), tem-se uma produção pelo menos 10 vezes maior que a plantação em solo (AL-KODMANY, 2018; PINKFARMS, 2019).

Sendo independente das condições externas, as fazendas verticais podem fornecer ciclos de colheita mais rápidos (proporcionado pelo controle da temperatura, umidade, luz etc.) e mais rotatividade de culturas por ano do que a agricultura tradicional, conseguindo cumprir os cronogramas de entrega e contratos de fornecimento (AL-KODMANY, 2018). Com ciclos contínuos de colheitas, não observando a sua sazonalidade e também pela aceleração no tempo de crescimento da planta, pode-se chegar à metade do tempo de uma cultura tradicional, o que é conseguido pelo ambiente controlado. Todavia, a fazenda vertical não se enquadra em uma fazenda biodinâmica (PENTEADO, 2001).

2.2.3 Automação

No processo de automação as fazendas verticais o conhecimento e as técnicas de controle e supervisão estão presentes. Neste se aplicam várias tecnologias: sistemas informatizados; sistemas de monitoramento; sistemas de controle remoto; sistemas de iluminação a LEDs programáveis; sistemas de energia renovável; sistemas de nutrientes programáveis; sistemas de controle climático; sistemas de recirculação e reciclagem de água; e robôs, entre outras (AL-KODMANY, 2018). Softwares de monitoramento e controle atuam em mais de uma dezena de sensores e atuadores para controlar: o índice de dióxido de carbono (CO₂), de oxigênio (O₂), de monóxido de carbono (CO), e de ozônio (O₃); temperatura. umidade; área verde; estado de crescimento; doenças; fluxo de pH; nível de crescimento; consumo de água; comprimento de onda de luz; iluminância; massa de rendimento, entre outros, mantendo o sistema nas condições ideais (EVERGREEN FARM OY, 2020). Toda a movimentação interna, como transporte e colheita de culturas, pode ser robotizada. Com técnicas de inteligência artificial, como softwares de aprendizado de máquina, e utilizando dados do padrão de crescimento das plantas, preço atual de mercado da cultura, uso de recursos, entre outros, é possível projetar um cronograma ideal de colheita para maximizar o rendimento (EVERGREEN FARM OY, 2020).

2.2.4 Logística

Do ponto de vista do processo logístico, as fazendas verticais podem ser instaladas onde a oferta de água e energia são adequadas, e também perto dos pontos de venda ou centros de distribuição, diminuindo o tempo entre a colheita e a sua disponibilização ao consumidor, com a diminuição dos custos de armazenamento e transporte refrigerado (AL-KODMANY, 2018). Com a implantação da fazenda vertical em galpões em áreas urbanas, da colheita até a entrega ao cliente final sempre em estruturas climatizadas, o tempo na entrega do produto é reduzido. Tem-se, então, uma menor pegada de carbono e, conseqüentemente, uma maior durabilidade do produto no cliente (PINKFARMS, 2019).

2.2.5 Investimento

No processo de investimento de fazendas verticais, as despesas gerais de produção, são mantidas mínimas, pelo baixo uso de água, custo reduzido de lavagem, de processamento e de transporte das culturas, podendo chegar a 30% do custo de uma fazenda tradicional (AL-KODMANY, 2018; SARKAR; MAJUMDER, 2015). Elas apresentam um alto custo de implantação (SARKAR; MAJUMDER, 2015), mas com o desenvolvimento de tecnologia local, ameniza-se esse alto custo e se viabiliza o projeto para um retorno do investimento (PINKFARMS, 2019).

2.3 Sustentabilidade em fazendas verticais

Apresenta-se, no Quadro 1, uma visão resumida do tripé de sustentabilidade, dos seus benefícios econômicos, ambientais e sociais (AL-KODMANY, 2018; BENKE; TOMKINS, 2017);

Os projetos de fazenda vertical, em suas diversas formas, fornecem inúmeros benefícios econômicos, ambientais e sociais, podendo, assim, serem caracterizados como sustentáveis.

Quadro 1: Visão resumida do tripé de sustentabilidade.

Econômico
Reduzido custo de transporte.
Maior produtividade.
Programação da produção, atendendo a necessidade do cliente.
Produção o ano todo.
Sem perdas por excesso de sol, inundação ou seca.
Reduzido custo de insumos.
Ambiental
Menor uso de combustíveis fósseis, pela menor logística ou uso de fontes renováveis.
Sem uso de pesticida, fungicida e herbicida.
Com a hidroponia, não há necessidade de uso de solo.
Produtos saudáveis e limpos.
Absorção de carbono.
Não usa novas terras, mantém o ecossistema.
Baixo consumo de água.
Boa gestão dos resíduos da água.
Tecnologia verde atinge os três Rs (reduzir, reutilizar e reciclar)
Social
Tem oferta de empregos regionais e também de novos, nas áreas de biotecnologia, bioquímica, engenharia, construção, manutenção, pesquisa e desenvolvimento.
Propicia um estilo de vida holístico, quando em um prédio residencial tem-se uma fazenda vertical, tendo no mesmo local produção e consumo.
Cria novos conhecimentos.
Melhor ergonomia.

Fonte: os autores.

2.4 Exemplo de implementação de fazendas verticais ao redor do mundo

Algumas experiências bem sucedidas de Fazendas Verticais são apresentadas no Quadro 2 (AL-KODMANY, 2018; KALANTARI et al., 2018), que evidencia que os conhecimentos relacionados à construção de fazendas verticais estão crescendo em tamanho, quantidade e capacidade. Com uma ampla distribuição espacial no mundo, a viabilidade das fazendas verticais para várias áreas geográficas ou climáticas tem se mostrado favorável para um amplo crescimento pelo mundo. Com técnicas agrícolas em ambientes fechados e controlados, as plantas não sofrem a ação das mudanças de estação ou climáticas, o que faz com que elas prosperem em várias cidades pelo mundo.

Uma análise sucinta dos *web sites* das Fazendas Verticais são apresentadas a seguir:

- a) A Verti Crop no Canadá, representa uma mudança do paradigma na produção de alimentos e na agricultura, com ganhos em relação às culturas tradicionais: economia de 92% de água necessária e rendimento de até 20 vezes superior. Podem ter uma exposição de luz artificial ou natural. Projetada para cultivar vegetais folhosos em ambiente fechado e controlado, elimina a necessidade de pesticida ou herbicida. É capaz de cultivar mais de 80 espécies entre verduras, brotos e morangos (Figura 1a) (VERTICROP 01, 2019).
- b) A Pink Farms, localizada em São Paulo, SP, trabalha no sentido de evitar a perda que ocorre entre a produção e o consumidor, que chega em até 40%, e a produtividade é de até 10 vezes superior em relação às culturas tradicionais. Ela controla todo o ciclo produtivo, com programação de colheita e entrega do produto ao cliente, além de não utilizar pesticidas, fungicidas e herbicidas. O vegetal que é produzido pode ser consumido sem a necessidade de higienização pelo consumidor. Utiliza a iluminação de LEDs vermelho e azul para um melhor crescimento das plantas, como mostra a Figura 1b) (PINKFARMS, 2019).
- c) Singapura é uma cidade-estado com território de aproximadamente 716 km² (WIKIPÉDIA-SINGAPURA, 2018), que é inferior a muitos municípios do Brasil. Assim, considera as fazendas verticais como uma solução para o abastecimento de sua cidade. A sua adoção em toda cidade resultará em um aumento de 700% na produção doméstica de vegetais, acarretando na diminuição da pegada de carbono de 9.052 toneladas anuais pela diminuição da distância entre a produção do vegetal e o consumidor, pois a importação dos produtos não mais ocorrerá (Figuras 1c e 1d), e também atenderá a 35% da demanda doméstica (LIM; KISHNANI, 2008). Algumas fazendas verticais já estão implementadas como é o caso da Sky Greens Farms (SKYGREENSFARMS, 2019).
- d) A Spread Co. do Japão utiliza o controle de hidroponia em vários estágios, além da iluminação artificial e do controle de temperatura, umidade, nutrientes líquidos e CO₂. Possui uma sala de pesquisa e desenvolvimento, e instalações de higienização como chuveiro de ar e geladeira. Consegue produzir quatro tipos de alface, com uma colheita diária de 21.000 pés de hortaliças (Figura 1e) (SPREAD, 2019).
- e) A fazenda vertical Plant Chicago no USA, considera a educação um ponto importante. Mantém parcerias com as escolas públicas de Chicago, oferecendo uma série de programas educativos em torno da economia circular, sustentabilidade e produção de alimentos (Figuras 1f) (PLANTCHICAGO, 2019).

Quadro 2: Experiências bem sucedidas de fazendas verticais.

Fazendas Verticais				
	Nome	Local	Ano de início	Website
01	The Plant Vertical Farm	Chicago, Illinois, EUA	2013	www.plantchicago.com
02	Sky Greens Farms	Singapura	2009	https://www.skygreens.com
03	Plantlab	Den Bosch, Holanda	2011	www.plantlab.nl/
04	Vertical Harvest plans2	Jackson Wyoming, EUA	2012	www.verticalharvestjackson.com/
05	Planned Vertical Farm	Linkoping, Suécia	2012	www.plantagon.com
06	Green Sense Farms	Portage, Indiana, EUA	2014	http://www.greensensefarms.com
07	Green Sense Farms	Shenzhen, China	2016	http://www.greensensefarms.com
08	AeroFarms	Newark, Nova Jersey, EUA	2014	http://aerofarms.com/
09	Spread Co.	Kameoka Japão	2013	http://spread.co.jp/en/
10	VertiCrop	Vancouver, Canadá	2009	www.verticrop.com/

Fazendas Verticais				
	Nome	Local	Ano de início	Website
11	Pink Farms	São Paulo, Brasil	2019	www.pinkfarms.com.br
12	Green Spirit Farms	New Buffalo, Michigan, EUA	2011	https://www.greenspiritfarms.com/
13	FarmedHere	Bedford Park, Illinois, EUA	2011	http://farmedhere.com/
14	Green Girls Produce	Menphis, Tennessee, EUA	2014	https://www.greengirlproduce.com
15	Brooklyn Grange	Brooklyn, New York, EUA	2010	https://www.brooklyngrangefarm.com/
16	Gotham Greens	Brooklyn, New York, EUA	2009	https://www.gothamgreens.com
17	La Tour Vivante	França	2006	https://www.ateliersoa.fr/verticalfarm_fr/pages/images/press_urban_farm.pdf
18	Harvest Green Tower	Vancouver, Canadá	2009	https://www.archdaily.com/21555/harvest-green-project-romses-architects
19	Skyfarm	Toronto, Canada	2014	https://newatlas.com/aprilli-design-studio-urban-skyfarm/32954/
20	Evergreen Farm OY	Tampere, Finlândia	2018	https://www.evergreenfarm.eu/
21	Fazenda Cubo	São Paulo, Brasil	2018	https://www.fazendacubo.com.br/

Fonte: Adaptado de Kalantari et al., (2018)

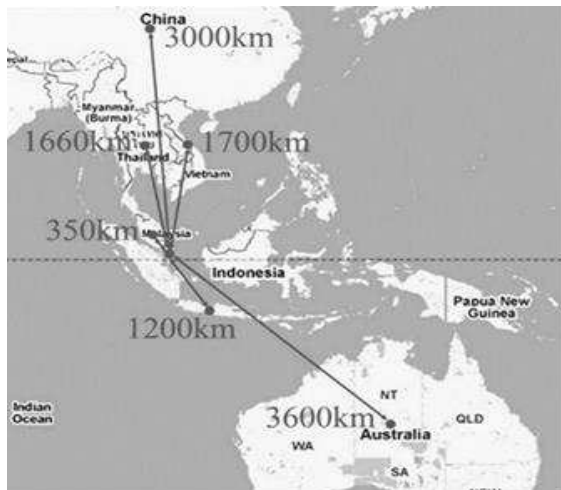
Figura 1: Exemplos de fazendas verticais.



a) Verticrop. Fonte: Extraído de Verticrop 02 (2019).



b) Pink Farms. Fonte: os autores.



c) Singapura. Fonte: Extraído de Lim e Kishnani (2008).



d) Singapura. Fonte: Extraído de Lim e Kishnani (2008)



e) Spread Co. Fonte: Extraído de Spread (2019).



f) Plant Chicago. Fonte: Extraído de PlantChicago (2019).

2.5 Futuro da fazenda vertical

Uma proposta inovadora de um modelo de fazenda vertical para o futuro é apresentada na Figura 2. Esse edifício teria as seguintes áreas integradas: tanques de água limpa, controle de lixo orgânico, aeroponia, hidroponia, irrigação por gotejamento, tanques de purificação de água, filmes fotovoltaicos ao longo do edifício, berçário, laboratório de controle de qualidade, incineradores, expedição, recebimento, centro de visitantes, entrada e saída de água tratada, restaurante, mercado (DESPOMMIER, 2010).

Na linha das proposta inovadoras, a horta construída na parte superior do Shopping Eldorado, deixa a mais amena temperatura interna do local, com a redução e diminuição do desperdício de água utilizada na refrigeração do prédio e outro benefício é a diminuição da quantidade de lixo enviada ao aterro sanitário (ELDORADO, 2020).

Outra proposta inovadora é o projeto Agripolis da França que utilizando a parte superior de um prédio, trabalham com os proprietários de grandes lojas ou empresas, instituições, hotéis que tenham área livre e fornecem serviços de fazenda vertical aos seu beneficiários (AGRIPOLIS, 2020).

Figura 2: Proposta inovadora de fazenda vertical.



Fonte: Extraído de Despommier (2010).

3. Resultados

Com base na revisão de bibliografia e análise de exemplos no país e no mundo, elaborou-se um resumo das vantagens e limitações da Fazenda Vertical, quando comparada à agricultura tradicional, sintetizados nas Quadro 3 e 4.

Quadro 3: Vantagens das fazendas verticais

	Vantagens
1	Cultivo permanente todo o ano.
2	Proteção contra condições climáticas extremas.
3	Sem uso de pesticida ou inseticida.
4	Conservação e reciclagem de água, economia de até 95% da água.
5	Uso de energia solar e eólica.
6	Crescimento urbano sustentável.
7	Colheitas confiáveis.
8	Redução dos custos de energia necessários para transportar as culturas (combustíveis fósseis).
9	Alta produtividade.
10	Diminuição do custo de produção.
11	Diminuição das perdas em todos os ciclos.
12	Eliminação da necessidade de transformar terras naturais em terras agrícolas.

13	Uso de propriedades não utilizadas ou abandonadas.
14	Criação de conhecimento em diversas áreas.
15	Criação de emprego em áreas urbanas.
16	Uso de tecnologias.

Fonte: Os autores

Quadro 4: Limitações das fazendas verticais

	Limitações
1	Aumento do uso de energia.
2	Altos custos iniciais.
3	Monitoramento constante.
4	Polinização manual.
5	Não atinge todas as culturas.

Fonte: Os autores

4. Conclusão

A solução das fazendas verticais pode atender as preocupações alimentares de uma população em crescimento. A perspectiva de realizar uma agricultura em galpões ou edifícios, telhados ou áreas internas de uma edificação, com estufas fechadas e controladas, é um ponto a ser considerado criando, assim, novos horizontes para produção de vegetais dentro do território de uma cidade. Isto diminuiria a necessidade de novas terras, conservando o ecossistema e ampliando a área de produção pela sua verticalização. O cultivo dentro das cidades e próximos aos mercados consumidores diminui muito a necessidade de transporte, reduzindo, assim, a emissão de gases do efeito estufa. Culturas em ambientes climatizados e controlados, propiciam as condições para uma produção de vegetais o ano todo, sem as preocupações da sazonalidade das culturas e das intempéries climáticas, garantindo alta produtividade, baixas perdas e entregas programadas. Fazendas verticais têm potencial de produzir muitos tipos de vegetais, recuperam um alto potencial da água utilizada, sendo superior ao sistema de hidroponia em ambiente aberto e a agricultura tradicional. A não utilização de inseticidas, fungicidas, herbicidas e menor uso de fertilizantes, também é um ponto a ser destacado. O controle dos níveis de nutrientes é responsável pelo bom desenvolvimento das plantas, viabilizando a produção de vegetais mais saudáveis e nutritivos. Um aspecto a ser destacado nas fazendas verticais totalmente fechadas com iluminação a LEDs é a sua necessidade de maior quantidade de energia, o que, às vezes, inviabiliza a sua implantação. Outro ponto a ser considerado é o seu alto custo de implantação, mostrando-se mais viável a sua construção em países já desenvolvidos.

As fazendas verticais estão ainda em desenvolvimento, e, têm potencial para oferecer ao consumidor todas as informações sobre a qualidade do produto oferecido, e também os dados de todas as etapas de crescimento da planta e de todos os nutrientes absorvidos em cada etapa, favorecendo a rastreabilidade alimentar.

No Brasil as iniciativas ainda não são muitas, embora em expansão. Uma delas, a Pink Farm, pôde ser visitada, evidenciando o potencial que apresenta, embora procurando atender inicialmente pequenos nichos de mercado. Como sugestões de continuidade a esse trabalho tem-se o levantamento e avaliações das principais iniciativas no Brasil.

Como outros aspectos que poderiam ser aprofundados sugere-se a questão energética, como as pesquisas em fontes de energia que tragam novas soluções para a redução nos custos. No que se refere ao cultivo em ambientes fechados, também pode-se aprofundar nas pesquisas de desenvolvimento de novas variedades de culturas, de novas técnicas automáticas para a polinização, de novos materiais e novas técnicas que minimizem o alto custo inicial de implantação.

Adicionalmente, pode-se considerar uma pesquisa que envolva a obtenção de dados para uma análise longitudinal, que através de um estudo com duração prolongada minimize os efeitos sazonais das culturas envolvidas.

5. Referências

AGRIPOLIS. **Os desafios da agricultura urbana por Agripolis**. Disponível em: <<http://agripolis.eu>>.

AL-KODMANY, K. The vertical farm: A review of developments and implications for the vertical city. **Buildings**, v. 8, n. 2, 2018.

BENKE, K.; TOMKINS, B. Future food-production systems: vertical farming and controlled-environment agriculture. **Sustainability: Science, Practice and Policy**, v. 13, n. 1, p. 13–26, 20 jan. 2017.

CARRIJO, O. A. et al. Princípios de hidroponia. **Embrapa Hortaliças - Circular Técnica (INFOTECA-E)**, v. 22, p. 27, 2000.

CURREY, C. J. Pollination basics for controlled environments. **Produce grower**, n. August, 2017.

DESPOMMIER, D. The rise of vertical Farms. **SCIENTIFIC AMERICAN**, n. November 2009, p. 32–39, 2009.

DESPOMMIER, D. D. **No Title THE VERTICAL FARM - Feeding the world in the 21ST century**. [s.l.: s.n.].

ELDORADO, S. **Telhado Verde - Shopping Eldorado**. Disponível em: <<https://www.shoppingeldorado.com.br/projeto/telhado-verde>>.

EVERGREEN FARM OY. **Vertical Farm Systems - Advantages of Vertical Farming**. Disponível em: <<http://www.verticalfarms.com.au/advantages-vertical-farming>>.

FAO. **Arable land (hectares per person)the World Bank**, 2016. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.ARBL.HA.PC>>

IDEC. **Manual de educação para o consumo sustentável**. [s.l.: s.n.].

KALANTARI, F. et al. Opportunities and Challenges in Sustainability of Vertical Farming: A Review. **Journal of Landscape Ecology**, v. 11, n. 1, p. 35–60, 1 jan. 2018.

LEBLANC, R. What you should know about vertical farming - is it the future of agriculture? **Sustainable Businesses**, p. LeBlanc, R. (n.d.). No Title. Retrieved April 19, 2019.

LIM, Y. A.; KISHNANI, N. T. Utilising rooftops for sustainable food crop cultivation in Singapore. **Journal of Green Building**, v. 5, n. 2, p. 105–113, 2008.

MAKISHIMA, N. **O cultivo de hortaliças**. [s.l.: s.n.].

ONU. **População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-chegar-a-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu/>>.

PENTEADO, S. R. **Agricultura Orgânica**. Série Prod ed. Piracicaba: [s.n.].

PINKFARMS. As fazendas urbanas que estão inovando a produção de alimentos.

Disponível em:

<<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2019/07/novas-fazendas-urbanas.html>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

PLANTCHICAGO. We coordinate a variety of educational programming around the circular economy . Disponível em: <<https://plantchicago.org/>>.

SARKAR, A.; MAJUMDER, M. Opportunities and Challenges in Sustainability of Vertical Eco-Farming: A Review. **Journal of Advanced Agricultural Technologies**, v. 2, n. 2, p. 35–60, 2015.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C. DOS; LIMA, P. C. DE. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, n. suppl, p. 829–837, dez. 2014.

SKYGREENSFARMS. Home About Sky Greens Vertical Farming Technology News and Media Contact Us □. Disponível em: <<https://www.skygreens.com/about-skygreens/%0A>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

SPREAD. Technology Kameoka Plant ' s Performance . Disponível em:

<<http://spread.co.jp/en/technology/>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

VERTICROP 01. Verti Crop - Imagine producing in a 50 ' x 75 ' area as much food as a 16 acre farm . Disponível em: <<http://www.verticrop.com/>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

VFS. Vertical farm Systems (VFS), Advantages of Vertical Farming, Minimum Input – Maximum Output. Disponível em: <<http://www.verticalfarms.com.au/advantages-vertical-farming>>.

VILELA, N. J. et al. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 142–144, jun. 2003.

WIKIPÉDIA-SINGAPURA. Singapura. Disponível em:

<<https://pt.wikipedia.org/wiki/Singapura>>. Acesso em: 27 nov. 2019.

ZUCUNI, L.; MARLON, P.; ARENHARDT, H. **Fisiologia Vegetal 2015 Santa Maria-RS.** [s.l: s.n.].