

ANÁLISE DE CENÁRIOS NO CONTEXTO DAS TECNOLOGIAS UTILIZADAS NAS FAZENDAS VERTICAIS

Deise de Oliveira Alves

Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS
deisedeoliveiralves@hotmail.com.

Geneci da Silva Rieiro Rcoha

Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS
geneci.6813.srr@gmail.com

Maielen Lambrecht Kuchak

Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS
maielenkuchak@gmail.com

Letícia de Oliveira

Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS
leticiaoliveira@ufrgs.br

RESUMO

Diante de um contexto de urbanização acelerada, as fazendas verticais surgem como uma importante ferramenta de segurança alimentar, nutricional e ambiental. Sendo assim, esse artigo tem como objetivo analisar as principais tecnologias utilizadas nas fazendas verticais encontradas na literatura. Para atingir tal objetivo, utilizou-se a ferramenta Análise Swot, por meio de uma revisão sistemática da literatura que compreendeu a análise das publicações nas bases de dados da *Elsevier's Scopus* e *Web of Science* sobre "vertical farms". Concluiu-se, que as tecnologias utilizadas nas fazendas verticais apresentam maiores oportunidades do que ameaças. Visto que, não sofrem influência de eventos climáticos e tem como fator determinante o potencial para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, que contribuem significativamente para o meio ambiente e a saúde populacional. Já as forças sobrepõe às fraquezas, estão relacionadas aos métodos de produção utilizados, tais como: rápido desenvolvimento da cultivar, maior tempo de conservação dos alimentos, reutilização e economia de água, não sendo necessária a rotação de cultura e pouca utilização de fertilizantes. Portanto, conclui-se que as tecnologias utilizadas nas fazendas verticais, auxiliam diretamente para garantir a segurança alimentar e nutricional, e também, colaboram para manter a sustentabilidade do ecossistema.

Palavras-chave: Produção de Alimentos. Inovação tecnológica. Análise SWOT.

SCENARIO ANALYSIS IN THE CONTEXT OF TECHNOLOGIES USED IN VERTICAL FARMS

ABSTRACT

Faced with a context of accelerated urbanization, vertical farms emerge as an important tool for food, nutritional and environmental security. Thus, this article aims to analyze the main technologies used in vertical farms found in the literature. To achieve this goal, we used the Swot Analysis tool through a systematic literature review that included analyzing the publications in the Elsevier's Scopus and Web of Science databases on "vertical farms". It was concluded that the technologies used in vertical farms present greater opportunities than threats. Since they are not influenced by weather events and have as a determining factor the potential to reduce greenhouse gas emissions, which contribute significantly

to the environment and population health. The forces overlap the weaknesses, they are related to the production methods used, such as: fast cultivar development, longer food preservation time, reuse and water saving, without the need for crop rotation and low fertilizer use. Therefore, it is concluded that the technologies used in vertical farms, directly help to ensure food and nutritional security, and collaborate to maintain the sustainability of the ecosystem.

Keywords: Food production. Technologic innovation. SWOT analysis.

Keywords: Food production. Technologic innovation. SWOT analysis.

Recebido em: XX/XX/XXXX - Aprovado em: XX/XX/XXXX - Disponibilizado em: XX/XX/XXXX

1. INTRODUÇÃO

Diante de um contexto de urbanização acelerada, a agricultura urbana e periurbana surgem como uma importante ferramenta de segurança alimentar, visto que tem potencial, para produzir benefícios em distintas dimensões, como: atender às novas demandas de produção, consumo, serviços e o aproveitamento do espaço nas cidades. Para tanto, a Organização das Nações Unidas para Alimentação-FAO (2014) afirma que, o crescimento populacional vai além da questão alimentar, já que cria focos de tensão no meio ambiente, na organização social, nos sistemas econômicos e no desenvolvimento tecnológico, estando assim, associado ao transporte em massa, comunicação e internet.

Neste contexto, fornecer alimentos saudáveis para a população urbana do mundo é um desafio, nos modos atuais de agricultura convencional e de larga escala, sendo ao longo do tempo, mais complementados por práticas agrícolas locais e urbanas. Diante disso, a agricultura urbana e periurbana podem ser consideradas como alternativas, podendo vir a

ser, as mais eficientes em termos de recursos sustentáveis perante a agricultura convencional.

Assim, destaca-se, como uma alternativa de agricultura urbana, a produção de alimentos nas alturas, garantindo a segurança alimentar de forma sustentável. Sendo uma solução visionária de Dickson Despommier (1999), onde evidenciou nas fazendas verticais, a resposta para solucionar o dilema inerente da agricultura sobre emissão de carbono decorrentes dos transportes e colheitas agrícolas do campo para as cidades.

Sendo as principais forças de trabalho, em uma típica instalação de fazenda vertical são: (1) Gerenciamento do viveiro; (2) Transplante de mudas; (3) Aquisições e gerenciamentos de recursos; (4) Monitorando, crescimento e o desenvolvimento das plantas; (5) Estratégias de polinização, colheita e distribuição para fruteiras locais; (6) Gerenciamento de resíduos para energia; (7) Controle de qualidade de vigilância laboratorial baseada em DNA para patógenos das plantas e controle de pragas de artrópodes; e (8) Pessoal de tecnologia de informação, recursos humanos e escritório de negócios (DESPOMMIER, 2013).

Portanto, a implementação da agricultura vertical, em larga escala, envolve o uso de diferentes tecnologias, como estufas e salas de ambientes controlados. O que proporciona o desenvolvimento das plantas, contribuindo para elevar a produtividade por área, aumentando a eficiência do uso da terra e a produção de diversas culturas. Diante disso, esse artigo tem como objetivo analisar as principais tecnologias utilizadas nas fazendas verticais encontradas na literatura. Para alcançar esse propósito, será utilizada a Análise Swot, conhecida como uma ferramenta de gestão que avalia a situação interna e externa de um modelo de negócio, mostrando seus pontos fortes e fracos, e as ameaças e oportunidades.

Para tanto, a abordagem de análise SWOT pode ser usada como uma ferramenta de planejamento estratégico para indicar métodos para o desenvolvimento da agricultura vertical, assim este modelo é adaptado para identificar fatores críticos que o afetam. Sendo, a principal vantagem da SWOT, indicar as limitações atuais e futuras, como uma técnica eficaz na formulação de novas estratégias, uma vez que, categorizam os fatores internos (pontos fortes e pontos fracos) ou externos (oportunidades e ameaças). Deste modo, a abordagem pode fornecer uma visão para converter as ameaças em oportunidades e compensar os pontos fracos em relação aos pontos fortes (KRIJN *et al.*, 2018).

O artigo está estruturado em cinco seções, a primeira é a introdução, seguida da fundamentação teórica. Já na terceira, apresentam-se os procedimentos metodológicos, e na sequência, aborda-se a análise e interpretação dos resultados. E por fim, tecem-se

as considerações acerca das tecnologias utilizadas nas fazendas verticais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As fazendas verticais consistem em um mini ecossistema dentro dos edifícios, livres de mudanças climáticas que causam perdas à agricultura tradicional. No qual, a água e os resíduos são reaproveitados, e a plantação é permanentemente monitorada, dispensando o uso de agrotóxicos e pesticidas. Sendo assim, o alimento é produzido, transportado e comercializado dentro de uma mesma região, evitando o desperdício, gerando empregos, diminuindo a emissão de poluentes e o consumo de combustíveis fósseis (DESPOMMIER, 2013).

De acordo com o mesmo autor, a atividade mais relevante desenvolvida pela agricultura verticalizada é o controle das condições necessárias para o crescimento, maturação e sobrevivência de qualquer cultura, o que possibilita o máximo rendimento por metro quadrado. Bem como, as instalações permitem o desenvolvimento do cultivo, minimizando ou mesmo eliminando a possibilidade de perdas sem o uso de pesticidas, e do ponto de vista ambiental, esse sistema de produção cria uma oportunidade para o retorno das terras agrícolas à sua função ecológica original. Assim, a agricultura vertical tornou-se uma alternativa para a produção de alimentos, visto que é baseada em uma agricultura de ambiente controlado, onde utiliza tecnologias movidas a energia solar, energia eólica, baterias de armazenamento, iluminação LED e tecnologias de informação (TI) (SILVAMANI *et al.*, 2018). Com isso, proporciona o controle de pragas e

doenças nas plantas, redução do desperdício de alimentos e da poluição do meio ambiente. Ademais, a agricultura vertical não é influenciada pela sazonalidade na produção, porque a produção de culturas é contínua ocorrendo durante todo ano (KALANTARI *et al.*, 2018).

Segundo Nicole *et al.*, (2016), a proximidade da produção da agricultura vertical com o consumidor proporciona uma alimentação saudável com produtos frescos, livres de pesticidas. E também, contribui para gerar novos

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o propósito de atingir tal objetivo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa, classificada como uma pesquisa exploratória. As fontes da pesquisa são documentos publicados nas bases de dados *Elsevier's Scopus* e *Web of Science*.

A coleta dos dados foi realizada no mês junho de 2019, em duas etapas: 1) foi feito uma busca textual com o termo “*vertical farms*”, onde foram encontrados 42 documentos na *Elsevier's Scopus* e 58 na *Web of Science*; 2) Realizou-se a leitura e a seleção dos documentos relevantes para a pesquisa, sendo identificadas 16 publicações. Em seguida, é apresentada a análise e interpretação dos resultados.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Nos últimos anos, as fazendas verticais ganham ênfase em países desenvolvidos e em desenvolvimento. O crescimento populacional

empregos, auxiliando como fontes de renda (SIVAMANI *et al.*, 2018).

No entanto, a agricultura vertical sofre com o alto custo, devido aos elevados preços das terras nas áreas urbanas e também, com a manutenção das atividades. Sendo outro fator limitante, a carência de mão de obra qualificada para operacionalização e a necessidade de políticas públicas, voltadas para pesquisas de novos tipos de plantas, as quais possam sobreviver sob as variáveis de temperatura, umidade, níveis de CO² e iluminação Led. (KRIJN, 2018).

nas áreas urbanas, evidenciam a oportunidade de cultivar alimentos perto dos consumidores com a utilização de tecnologias que não prejudicam o meio ambiente e que proporcionam para seus consumidores uma alimentação saudável. Diante desse contexto, serão exemplificadas as tecnologias utilizadas nas fazendas verticais, encontradas nos documentos em estudo, como: hidropônia, aeropônia, aquapônia, luz led e os diferentes tipos de softwares.

4.1 Hidropônia

A hidropônia é uma tecnologia que promove o crescimento das plantas na presença de água enriquecida com nutrientes, sem a presença do solo. Nesse método, as raízes ganham um soluto nutritivo balanceado, composto de água e de todos os nutrientes fundamentais para seu desenvolvimento. Diante disso, as raízes podem ser apoiadas em substrato inerte ou penduradas em meio ao líquido (DESPOMMIER, 2013).

No Quadro 1, é apresentado o ambiente em que o sistema hidropônico está inserido, identificando os fatores internos

(forças/fraquezas) e os externos (oportunidades/ameaças) que impactam na agricultura urbana.

QUADRO 1 – Análise SWOT da tecnologia do sistema hidropônico

ANÁLISE SWOT	
<p style="text-align: center;"><u>Forças</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rápido desenvolvimento de cultura; - Pode ser produzido em qualquer local; <li style="padding-left: 20px;">- Não há necessidade de rotação de culturas; - Proporciona maior tempo de conservação dos alimentos: <li style="padding-left: 20px;">- Menor uso de recursos hídricos; <li style="padding-left: 20px;">- Pouca utilização de fertilizantes. 	<p style="text-align: center;"><u>Fraquezas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dependência de energia elétrica; - É necessário conhecimento técnico e fisiológico; <li style="padding-left: 20px;">- Presença de pragas.
<p style="text-align: center;"><u>Oportunidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Baixo custo de mão de obra; - Redução na emissão de gases do efeito estufa; - Cultivo independente dos eventos climáticos. 	<p style="text-align: center;"><u>Ameaças</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Alto custo de investimento no processo inicial.

Fonte: Elaborado pelos autores com base na literatura em estudo (2019).

Como exposto no quadro 1, nota-se que o sistema hidropônico apresenta muitas vantagens, como: ocupa um espaço reduzido, as plantas são cultivadas em estufa sem necessidade do uso do solo, o que aumenta a produção e a qualidade dos produtos. Além disso, reduz a quantidade de água utilizada, o uso de agrotóxicos, o ataque de predadores e a poluição do solo.

O método hidropônico de cultivo de plantas, é o processo biotecnológico de obtenção de culturas de alta qualidade. Por permitir, o controle racional da composição mineral através da regulação de sua nutrição mineral durante o processo de desenvolvimento (QUIN *et al.*, 2016).

Apesar do sistema hidropônico contribuir com a produção de alimentos saudáveis para alimentar a população, as dificuldades podem ser percebidas diante do elevado custo de investimento financeiro inicial e a necessidade de mão

de obra especializada, sendo essas barreiras um fator limitante para a expansão desse sistema de produção. Assim, os principais problemas enfrentados pelos produtores de fazendas verticais, é a presença de doenças e pragas, como os artrópodes e nemátodos (ANDA; SHEAR, 2017).

Como exposto no quadro 1, nota-se que o sistema hidropônico apresenta muitas vantagens, como: ocupa um espaço reduzido, as plantas são cultivadas em estufa sem necessidade do uso do solo, o que aumenta a produção e a qualidade dos produtos. Além disso, reduz a quantidade de água utilizada, o uso de agrotóxicos, o ataque de predadores e a poluição do solo.

O método hidropônico de cultivo de plantas, é o processo biotecnológico de obtenção de culturas de alta qualidade. Por permitir, o controle racional da composição mineral através da regulação de sua nutrição mineral durante o processo de desenvolvimento (QUIN *et al.*, 2016).

Apesar do sistema hidropônico contribuir com a produção de alimentos saudáveis para alimentar a população, as dificuldades podem ser percebidas diante do elevado custo de investimento financeiro inicial e a necessidade de mão de obra especializada, sendo essas barreiras um fator limitante para a expansão desse sistema de produção. Assim, os principais problemas enfrentados pelos produtores de fazendas verticais, é a presença de doenças e pragas, como os artrópodes e nemátodos (ANDA; SHEAR, 2017).

4.2 Aeropônia

Outra forma de cultivo de plantas sem solos é a aeropônia, a qual utiliza os princípios

hidropônicos, sendo cultivadas deixando as raízes expostas a um ambiente úmido enriquecido com nutrientes. Nesse sistema, elas crescem através de uma suspensão em um ambiente fechado ou semi-fechado, onde as raízes são pulverizadas, possuindo no seu inferior uma haste atomizada ou vaporizada, com solução de água rica em nutrientes (STONER; CLAWSON, 1998; DESPOMMIER, 2013).

O Quadro 2 demonstra o ambiente em que o sistema aeropônico está inserido, identificando os fatores internos (forças/fraquezas) e os externos (oportunidades/ameaças).

Quadro 2 – Análise SWOT da tecnologia do Sistema Aeropônico

ANÁLISE SWOT	
<p><u>Forças</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - redução de pragas e parasitas; - economia de água; - aumento da produção por metro quadrado. 	<p><u>Fraquezas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - dificuldade no controle de solução nutritiva.
<p><u>Oportunidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - redução na emissão de gases do efeito estufa; - cultivo independente dos eventos climáticos; - facilidade de oxigenação. 	<p><u>Ameaças</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - custo de investimento inicial alto; - mão de obra especializada.

Fonte: Elaborado pelos autores com base na literatura em estudo (2019).

O sistema aeropônico, é um tipo de hidropônia com tecnologia para a cultivo de alimentos, que se destaca pela economia de água em relação a uma agricultura convencional. É um método estabelecido para a produção de várias culturas, que usa soluções de nutrientes que não contêm nenhum subproduto metabólico, evitando assim, os problemas de contaminação dos

alimentos com coliformes fecais (DESPOMMIER, 2011, 2013).

Diante das fraquezas e ameaças do ambiente, verifica-se que a dificuldade no controle da solução nutritiva está associada, a uma distribuição correta do oxigênio. Do mesmo modo que, pode-se citar outros fatores que são fundamentais para o desenvolvimento da planta,

como: temperatura ambiente, condutividade de energia e nível de ph.

4.3 Aquapônia.

O sistema de aquapônia consiste na produção de alimentos, como: caracóis, peixes, crustáceos e camarões em tanques aquáticos. Conhecido também, como produção de piscicultura em um sistema de

hidropônia num ambiente simbiótico fechado, o qual produz continuamente plantas e peixes, oferecendo benefícios de reutilização e menor uso de recursos hídricos, e os excrementos dos animais são transformados em adubo (PONS; ROVIRA, 2015).

O ambiente do sistema aquapônico, caracteriza por fatores internos (forças/fraquezas) e os externos (oportunidades/ameaças) é apresentada

Quadro 3- Análise Swot do sistema de aquapônia

ANÁLISE SWOT	
<u>Forças</u>	<u>Fraquezas</u>
<ul style="list-style-type: none"> - Reutilização total da água; - Aproveitamento de dejetos produzidos por animais; - Controle na proliferação de algas e fungos; - Menor uso de recursos hídricos; - Minimização dos riscos de introdução das espécies exógenos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dependência contínua de energia elétrica;
<u>Oportunidades</u>	<u>Ameaças</u>
<ul style="list-style-type: none"> - Não sofre influência de eventos climáticos; - Redução na emissão de gases do efeito estufa; - Baixo custo de mão de obra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidades de conhecimentos básicos em algumas áreas chave específicas; - Mão de obra especializada; - Custo de elevado de investimento.

Fonte: Elaborado pelas autoras com base na literatura em estudo (2019).

Nesse sistema, os excrementos dos peixes são removidos do tanque como nutrientes para as plantas, onde a água é tratada e segue para ser reutilizada. Este tipo de produção, permite um cultivo simultâneo com a mesma água e nutrientes (PONS; ROVIRA, 2015). Assim, destaca-se como barreiras para o ambiente externo, a necessidade de mão de obra especializada, contribuindo para o aumento dos custos na implementação.

4.4 Luz Led

A intensidade da luz é essencial para o crescimento, a morfogênese e para outras respostas fisiológicas das plantas, pois os baixos níveis

de luz podem levar a aumentar a área foliar específica e a altura da planta. Sendo assim, a uma necessidade de adaptação da planta que aumenta a captura de luz, disponível que possa atender a demanda de fotossíntese (GRAAMANS *et al*, 2017).

Um dos processos mais importantes do crescimento da planta é o da fotossíntese, nesse processo a luz de Led serve para aproveitar a energia da luz solar em energia química. Á vista disso, os pigmentos, que são as moléculas que conferem a cor da planta, também são responsáveis por absorver ou atrapalhar efetivamente a

luz solar (YUSOF; THAMRIN; NORDIN, 2016).

No Quadro 4, apresenta-se o ambiente em que o sistema de Iluminação Led está inse-

rido, demonstrando os fatores internos (forças/fraquezas) e os externos (oportunidades/ameaças

Quadro 4 – Análise Swot do sistema de iluminação Led

ANÁLISE SWOT	
<p><u>Forças</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Substituem a luz solar;- Requer pequena voltagem;- Tamanho pequeno;- Baixa emissão de calor.	<p><u>Fraquezas</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Vibrações e agitações podem danificar o equipamento.
<p><u>Oportunidades</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Resistência a baixas temperaturas;	<p><u>Ameaças</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Custo de elevado de investimento.

Fonte: Elaborado pelas autoras com base na literatura em estudo (2019).

Esse sistema possui estratégias de aclimação que incluem estruturas para a colheita de luz efetiva em condições de pouca luz e proteção contra a luz excessiva. A luz Led é usada todos os dias 24h, sendo submetido a um ambiente controlado para aumentar o crescimento das plântulas e obter alta produção e boa qualidade (DONG *et al*, 2014).

A indústria de agricultura vertical norte-americana considera o fato de que os LEDs eventualmente serão as luzes de escolha para o processo de produção. No entanto, com base no custo atual dos LEDs, existem muitos produtores que ainda estão investindo e instalando outras luminárias, incluindo plasma, indução e fluorescentes. O motivo dessas escolhas

alternativas é o custo de capital e o acesso a recursos financeiros (HIGGNS, 2016).

4.5 Tecnologias de fazendas verticais a base de software

Diante do aquecimento global, das mudanças climáticas, da poluição ambiental e crescimento populacional, cresceu o interesse pela produção de alimentos agrícolas em estufas e fazendas verticais. Em relação a isso, as diferentes tecnologias surgem através de softwares, para auxiliar na maximização e na melhoria da produção em grande escala em fazendas verticais. Sendo assim, no Quadro 5, é mostrado os diferentes softwares encontrados na literatura pesquisada.

Quadro 5 – Diferentes tipos de *softwares*

<u>Software</u>	<u>Utilização</u>
Método de modelagem de contexto	É um conjunto de tecnologias de informações, que pode redefinir uma grande quantidade de dados. É baseado em regras que categorizam dois tipos de contextos, os de situações e de perfil. O primeiro é para dados detectados a partir de sensores reais em uma estufa como um sensor de umidade, temperatura do solo, temperatura da folha e assim por diante. O último serve para a documentação sobre informações de agendamento de serviço ou de cronogramas necessários para serviços agrícolas automatizados em uma estufa.
Sistemas Bioregenerativos de Apoio à Vida (BLSS)	São estruturas formadas, para que a planta possa ter os mesmos princípios de sistema ecológico, semelhante à biosfera da terra. Leva em consideração os fatores ambientais tais como: a luz artificial e soluções nutritivas, já que são os principais fatores que afetam o crescimento da planta.
Sensores aéreos	Constituem como sistema digital com multiespectral, scanner de sensor e sensor CASI entre outros, que fornecem cobertura global em diferentes escalas da superfície terrestre.
Redes de sensores ubíquos que usam ontologia de fazenda vertical	Permitir que os dispositivos detectem mudanças em seu ambiente, se adaptam e atuam automaticamente com base nas mudanças.
Modelo de Controle de Ambiente Baseado em Dados de Detecção	São várias redes de sensores, onde os dados são coletados e gerenciados a partir do <i>middleware</i> da fazenda vertical. Executam interfaces como coordenação de métodos, detecção de entrada de dados, gestão de regras de dedução e aviso de resultado de inferência.

Fonte: Elaborado pelas autoras com base na literatura em estudo (2020).

A utilização dos sistemas de tecnologia está presente em vários campos de trabalho, inclusive na agricultura, por apresentar benefícios que auxiliam na produção de alimentos. Sendo as fazendas verticais, uma das práticas agrícolas consideradas como o futuro da agricultura, diante da crescente migração da população para as áreas urbanas. Assim, as tecnologias aplicadas para a produção de diversas culturas podem ser consideradas como as principais práticas de cultivo, que utilizam o mínimo de água no seu sistema em comparação com a agricultura convencional (DESPOMMIER, 2011).

No quadro 6, identifica-se o ambiente em que o sistema de software está inserido, explanando os fatores internos (forças/fraquezas) e os externos (oportunidades/ameaças).

A utilização dos sistemas de tecnologia está presente em vários campos de trabalho, inclusive na agricultura, por apresentar benefícios que auxiliam na produção de alimentos. Sendo as fazendas verticais, uma das práticas agrícolas consideradas como o futuro da agricultura, diante da crescente migração da população para as áreas urbanas. Assim, as tecnologias aplicadas para a produção de diversas culturas podem ser consideradas como as principais práticas de cultivo, que utilizam o mínimo de água no seu sistema em comparação com a agricultura convencional (DESPOMMIER, 2011).

No quadro 6, identifica-se o ambiente em que o sistema de software está inserido, explanando os fatores internos (forças/fraquezas) e os externos (oportunidades/ameaças).

Quadro 6 – Análise Swot do sistema de *software*

ANÁLISE SWOT	
<u>Forças</u> - Trabalhos realizados automaticamente; - Dados podem ser facilmente redefinidos; - Sistema de produção semelhante ao convencional.	<u>Fraquezas</u> - Monitoramento contínuo.
<u>Oportunidades</u> - Não sofre influência de eventos climáticos; - Redução na emissão de gases do efeito estufa.	<u>Ameaças</u> - Redução da utilização de mão de obra; - Elevado valor de investimento.

Fonte: Elaborado pelas autoras com base na literatura em estudo (2020).

Os *softwares* utilizados nas fazendas verticais, proporcionam monitoramento em tempo real de todas as atividades, proporcionando definição e facilidade das etapas a serem seguidas na produção. Já com relação, as fraquezas e ameaças desse sistema, estão no monitoramento contínuo do processo, no qual poucos tem acesso devido seu alto custo de investimentos, visto que, alguns *softwares* realizam automaticamente todas as atividades.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar as principais tecnologias utilizadas nas fazendas verticais encontradas na literatura. Para atingir tal objetivo, utilizou-se a ferramenta de Análise Swot, para identificar os fatores que, aliados ao acompanhamento das mudanças constantes que ocorrem no ambiente em que essas tecnologias estão inseridas, sofrem mudanças devido à ação de indiferentes fatores.

Diante disso, identificou-se que as tecnologias utilizadas nas fazendas verticais apresentam maiores oportunidades do que ameaças. Visto que, não sofrem influência de eventos climáticos e tem como fator determinante o potencial para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, que contribuem significativamente para o meio ambiente e a saúde populacional.

Com referência, as forças que sobrepõe às fraquezas, são as oportunidades que estão relacionadas aos métodos de produção usadas, tais como: rápido desenvolvimento da cultivar, maior tempo de conservação dos alimentos, reutilização e economia de água, não sendo necessária a rotação de cultura e pouca utilização de fertilizantes.

Portanto, conclui-se que as tecnologias utilizadas nas fazendas verticais, auxiliam diretamente para garantir a segurança alimentar e nutricional, e também, colaboram para manter a sustentabilidade do ecossistema. Já para trabalhos futuros, recomenda-se mais pesquisas sobre a temática, pois evidenciou-se uma carência de conteúdo em relação as tecnologias utilizadas nas fazendas verticais, e sugere-se estudos, sobre investimentos financeiros relacionados com a implementação dessas inovações tecnológicas.

REFERÊNCIAS

- ANDA, J.; SHEAR, H. Potential of Vertical Hydroponic Agriculture in Mexico. *Sustainability*, v. 9, n.140, p. 2-17, 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/convidado%20ninha/Downloads/sustainability-09-00140.pdf>. Acesso em: 25 Jul. 2020.
- DESPOMMIER, D. Farming up the city: the rise of urban vertical farms. *Trends in Biotechnology*, v. 31, 2013. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016777991300070X?via%3Dihub>. Acesso em: 14 Jul. 2020.

DESPOMMIER, D. The vertical farm: controlled environment agriculture carried out in tall buildings would create greater food safety and security for large urban populations. *Journal fur Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, v.6, p. 233-236, 2011. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00003-010-0654-3>>. Acesso em: 25 Jul. 2020.

DONG, C.; HU, D.; FU, Y.; WANG, M.; LIU, H. Analysis and optimization of the effect of light and nutrient solution on wheat growth and development using an inverse system model strategy. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 109, p. 221-231 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com.ez45.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0168169914002610?via%3Dihub>>. Acesso em: 15 Jul. 2020.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2012). Criar Cidades mais verdes. Recuperado em 10 julho, 2020, de <http://www.fao.org/docrep/015/i1610p/i1610p00.pdf>

GRAAMANS, L.; STANGHELLINI, C. Plant factories; crop transpiration and energy balance. *Agricultural Systems*, v. 153, p. 138-147, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X16306515?via%3Dihub>>. Acesso em: 10 Jul. 2020.

HIGGINS, C. Current status of commercial vertical farms with LED lighting market in north america. *LED Lighting for Urban Agriculture*, pp. 309-315, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-981-10-1848-0_23>. Acesso em: 28 Jul. 2020.

KALANTARI, F., TAHIR, O.M., JONI, R.A., FATEMI, E. Opportunities and challenges in sustainability of vertical farming: A review. *Journal of Landscape Ecology*, v. 11, n.1, pp. 35-60, 2018.

KRIJN, M.P.C.M., VAN ELMPT, R.F.M., VAN DE VOORT, S.L., VAN DER FELTZ, G., VAN DEN BERGH, T. Factors critical to plant factory performance. *Acta Horticulturae*, v. 1227, pp. 615-622, 2018.

NICOLE, C.C.S., CHARALAMBOUS, F., MARTINAKOS, S., VERHOOG, M., KRIJN, M. Lettuce growth and quality optimization in a plant factory. *Acta Horticulturae*, v. 1134, pp. 231-238, 2016.

PONS, O.; ROVIRA, M. R. Roofs of the Future: Rooftop Greenhouses to Improve Buildings Metabolism. *Procedia Engineering*, v. 123, p. 441-448, 2015.

YUSOF, S. S.; THAMRIN, N. M.; NORDIN, M. K. Effect of Artificial Lighting on Typhonium Flagelliforme for Indoor Vertical Farming. *International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems*, v. 22, p. 7-10, 2016. Disponível em: [://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7885280](http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7885280). Acesso em: 20 Jul. 2019.

SIVAMANI, S., BAE, N., CHO, Y. A smart service model based on ubiquitous sensor networks using vertical farm ontology. *International Journal of Distributed Sensor Networks*. 2013.

STONER, R. J., CLAWSON, J. M., (1998). A High Performance, Gravity Insensitive, Enclosed Aeroponic System for Food Production in Space. Principal Investigator, NASA SBIR NAS10-98030.