

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOÃO VICTOR PEREIRA ROMUALDO

**FAZENDAS VERTICAIS E A INDÚSTRIA 4.0: COMO A TECNOLOGIA PODE
NOS AJUDAR A PRODUZIR ALIMENTOS IN NATURA DENTRO DE CENTROS
URBANOS**

CURITIBA

2019

JOÃO VICTOR PEREIRA ROMUALDO

**FAZENDAS VERTICAIS E A INDÚSTRIA 4.0: COMO A TECNOLOGIA PODE
NOS AJUDAR A PRODUZIR ALIMENTOS IN NATURA DENTRO DE CENTROS
URBANOS**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista, Curso de Especialização em Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Marcelo Cleto, Dr.

CURITIBA

2019

RESUMO

Aborda de forma bibliográfica o tema de inovação na agroindústria em um cenário de constantes evoluções tecnológicas. O tema fazendas verticais é relativamente novo no Brasil e o objetivo do trabalho é participar e fomentar esse interesse. O mundo no século XXI é digital e conectado e essa tendência é seguida também no campo e possibilitará tirar do campo o monopólio na produção de alimentos. Todos os setores da economia buscam eficiência em seus mercados e na agricultura não é diferente, assim, a informatização será imprescindível. Os desafios da sociedade moderna e urbanizada exigem mudanças no modelo tradicional e deve mudar a forma como pensamos sobre nossa comida. Pressões ambientais favorecem uma mudança na forma milenar de produção de alimentos *in natura*. O aquecimento global também será fundamental na transição do modelo atual para um mais robusto a imprevisibilidades. Nesse contexto é mostrado nesse trabalho a forma como atualmente a evolução da agricultura urbana está sendo feita. Há casos concretos em que plantações são feitas empilhadas em prateleiras, usando da mais alta tecnologia para produzir alimentos orgânicos.

Palavras-chave: agricultura. inovação. indústria 4.0. fazenda. vertical. mudanças climáticas. sustentabilidade

LISTA DE SIGLAS

FAO - Food and Agriculture Organization

WPP - World Population Prospects

ONU - Organização das Nações Unidas

RFID - Radio-Frequency Identification

GEE - Gases de Efeito Estufa

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

PBMC - Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas

I4.0 - Indústria 4.0

M2M - *Machine to Machine*

IoT - *Internet of Things*

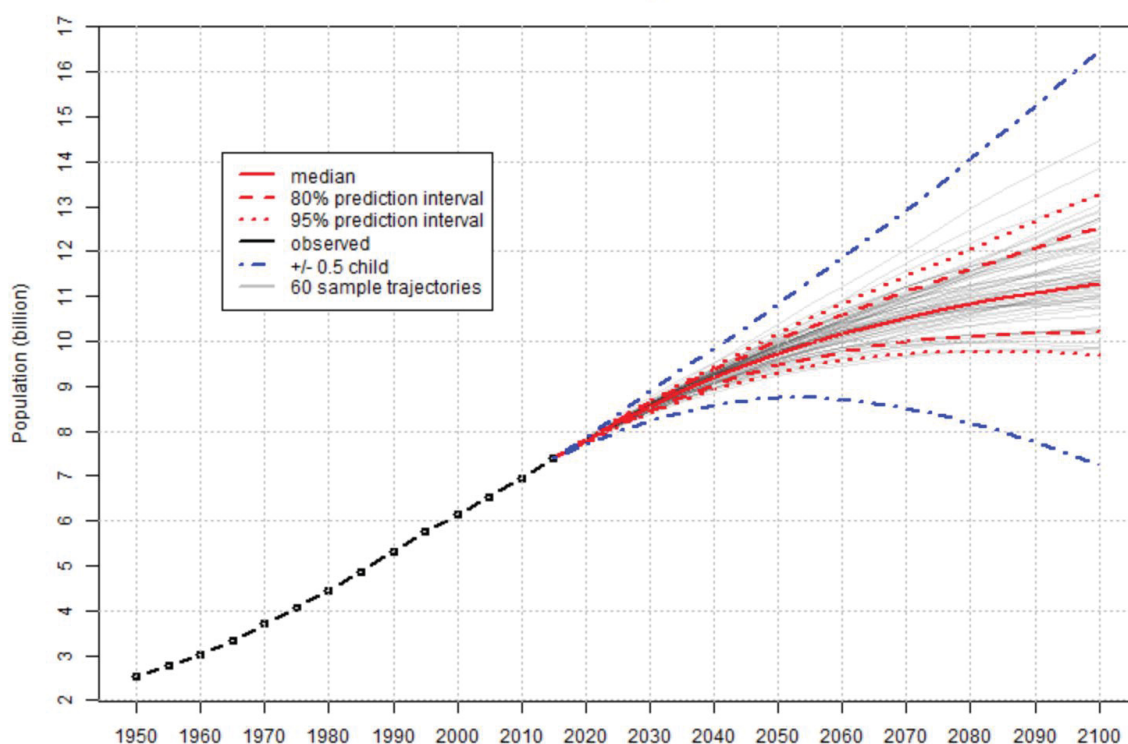
SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1	INTERNET DAS COISAS	10
2.2	BIG DATA E CLOUD	10
2.3	MACHINE LEARNING	11
2.4	INDÚSTRIA 4.0	11
2.5	HIDROPONIA	12
2.6	AEROPONIA	13
3	MATERIAIS E MÉTODOS	14
4	DIAGNÓSTICOS, RESULTADOS E ANÁLISES	15
5	CONCLUSÃO	19
	REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que o aumento populacional no mundo será de 33% até o ano de 2050, para aproximadamente 10 bilhões de pessoas. Para 2100, a população global pode crescer chegando ao número de 11,2 bilhões de pessoas, onde outros cenários menos conservadores nós dizem que poderemos ter impressionantes 16,5 bilhões de irmãos humanos (WPP, 2017).

GRÁFICO 1 - CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO MUNDIAL
World: Total Population



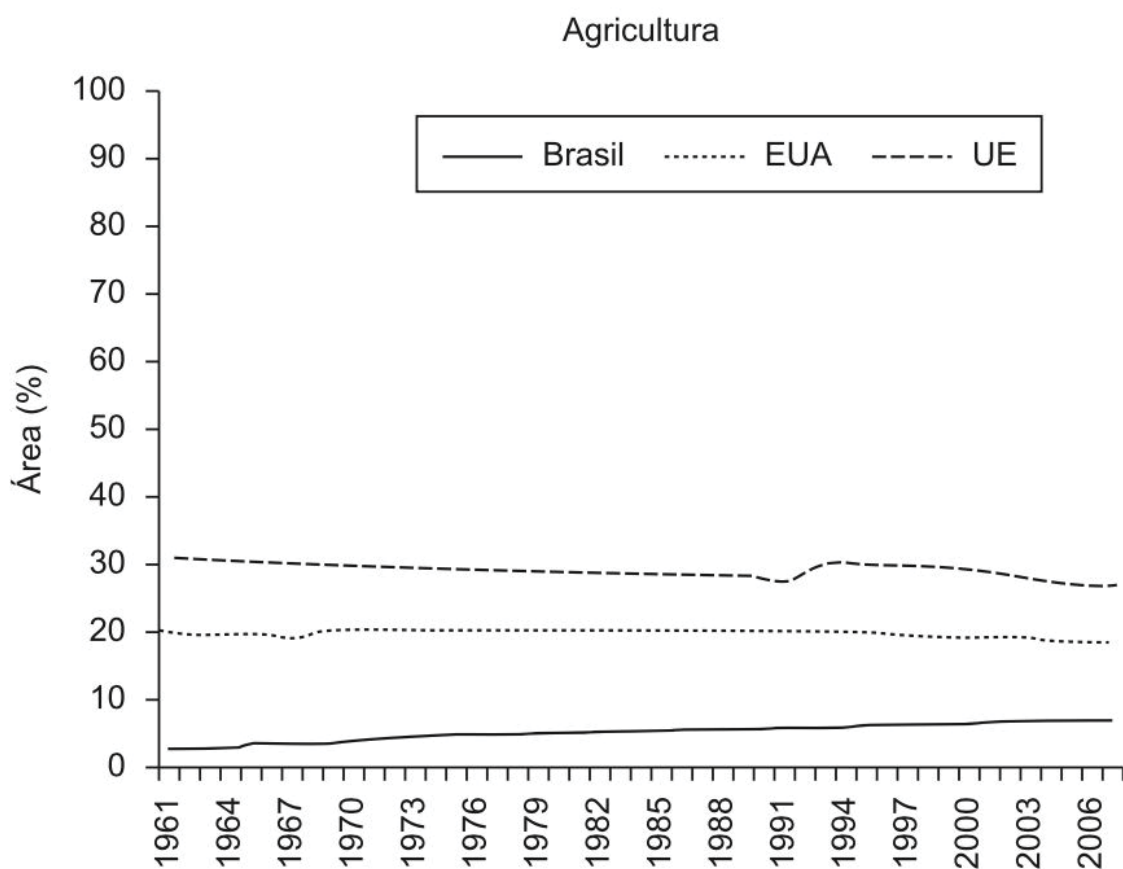
FONTE: WORLD POPULATION PROSPECT

Todo esse aumento populacional coloca enorme pressão no setor de agricultura no mundo todo. Como poderemos alimentar tanta gente? Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e o Agricultura (FAO, do inglês *Food and Agriculture Organization*), fazendeiros (aqui colocado como qualquer produtor de alimento *in natura* que possa existir) terão que aumentar em 70% a produção global para atender a estimativa de crescimento populacional até 2050 (FAO, 2017).

Ainda segundo a ONU e suas agências, mais de 800 milhões de hectares são destinados à agricultura no mundo atualmente, atingindo o percentual de 38% da

superfície continental do planeta. No Brasil, segundo dados do SIDRA, sistema do IBGE, a cobertura destinada somente a agricultura soma mais de 60 milhões de hectares, ou aproximadamente 7% da cobertura territorial (MARTINELLI, 2010). Estima-se que para conseguir suprir a demanda de alimentos em 50 anos mais 1 bilhão de hectares serão necessários, ou seja, uma área quase 20% maior que o Brasil (THE VERTICAL FARM, 2015).

GRÁFICO 2 - CRESCIMENTO ÁREA CULTIVADA NO BRASIL, EUA E UE



FORNE: MARTINELLI

Um problema que surge com o uso desenfreado dos solos para produzir alimentos é a degradação desse meio para cultivo. Essa degradação tem algumas causas principais, citando algumas: erosão causada por água e por vento, salinização, declínio de nutriente e saturação por água. Um estudo da FAO na década de noventa estimou que a degradação induzida por humanos na América do Sul era de aproximadamente 14% (OLDEMAN, 1991). Atualmente fala-se em 25% do solo altamente degradado,

enquanto 44% estaria pouco ou moderadamente degradado. Sendo esses dois últimos dados referentes a situação global de terras cultiváveis (DE CLERCQ, 2018).

Conhecendo os números apresentados acima e estando ciente das condições globais de meio ambiente, é fácil concluir que o aumento da área produtiva não será o caminho ideal a se seguir se quisermos produzir mais alimentos. O desmatamento global é muitas vezes consequência dessa expansão. Aproximadamente 80% do corte de florestas nativas são causadas por aumento de áreas de lavoura ou pastagens (FAO, 2017). No Brasil isso é preocupante quando pensamos no avanço do agronegócio na região da floresta amazônica.

A agricultura já corresponde a 70% do uso global de água, no Brasil esse número sobe para 72% (FAO, 2017). O uso de pesticidas e herbicidas de forma irresponsável pode inutilizar fontes de água potável como rios e aquíferos. Os recursos para cultivo de alimentos estão paulatinamente sendo esgotados e o risco de uma crise é crescente. No Brasil já tivemos experiência de estados que tiveram que racionalizar o uso da água por sua população devido a falta de chuvas.

É verdade que estamos diante de um cenário cada vez mais desafiador para a segurança alimentar da Terra. O conhecido fenômeno do aquecimento global, causado pela emissão de gases de efeito estufa (GEE), está mudando clima do planeta. As emissões causadas pela ação humana atingiram o máximo histórico de acordo com o relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC (2014). É sabido que a agricultura é um dos grandes poluentes quando nos referimos a GEE, principalmente metano e óxido nitroso.

O avanço desse fenômeno de aquecimento global traz duas consequências que influenciam muito a agricultura tradicional: elevação da média da temperatura global e mudanças nos padrões de precipitação. Em nosso país, o relatório apresentado no Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) indica que haverá um aumento gradativo e variável da temperatura média em todas as regiões. O Brasil deve observar aumentos de temperatura de 5°C em um cenário, outro sugere 3°C a mais nas médias, até 2100 quando comparado à registros históricos. Os padrões de precipitação também serão afetados (MARENCO, 2014).

Essa dinâmica de mudanças afetará os padrões até então usados em culturas no mundo todo. Incertezas deverão influenciar o modo como fazendeiros aplicam seus conhecimentos adquiridos ao longo dos anos. Estudos sugerem que apesar de temperaturas mais altas possam favorecer o crescimento de plantas, a produtividade poderá ser afetada negativamente se as temperaturas excedam um certo ponto específico para cada tipo cultivo (FAO, 2016).

Todo esse conteúdo apresentado acima nos faz pensar que é preciso repensar se faz sentido continuar aplicando as mesmas soluções para velhos problemas. Não se pode negar que a produtividade da agricultura global já aumentou muito com a mecanização da força de trabalho, avanços em melhoramento genético, onde no Brasil temos a EMBRAPA como referência internacional, avanços no manejo de fertilizantes, irrigação artificial, entre outros. Porém, é importante buscar inovações que tirem a pressão do clima sobre a produção.

Despommier (2010) em seu livro "*The Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century*" propôs uma visão revolucionária onde a produção de alimentos em fábricas verticais, como arranha-céus, com clima controlado, usando-se de energias renováveis e reciclando resíduos. Essas plantas de cultivo interno seriam fazendas urbanas, localizadas em grandes centros urbanos ou subúrbios, com potencial de produzir o ano todo, usando-se de sistemas de climatização para otimização, eliminando necessidade de transporte para os alimentos, com maior controle em segurança alimentar e biossegurança e, ainda, considerável menor necessidade de uso de água, pesticidas, herbicidas e fertilizantes.

Esse sistema proposto, aliado às inovações tecnológicas recentes podem trazer diversos ganhos quando comparado à agricultura milenar em solo e campos abertos. Foi em 2011, em Hannover, que cunhou-se o termo Indústria 4.0 (I4.0). A quarta revolução industrial baseia-se no uso das tecnologias que foram criadas no fim do século passado e no início desse. Inovações como: Internet das Coisas (IoT), sensores diversos, Realidade Aumentada (AR), Realidade Virtual (VR), robôs autônomos, *Big Data*, *Machine Learning*, Inteligência Artificial, Computação e Armazenamento em Nuvem (*Cloud*), Manufatura Aditiva, Simulação, Comunicação Máquina-Máquina (M2M) e *Cyber Physical Space* estão entre as principais no integrado que chamamos de I4.0.

O presente trabalho tem por objetivo trazer luz a respeito dessa uma nova forma de produzir alimentos frescos, não processados, em centros urbanos, onde o acesso a terras cultiváveis é um desafio e a demanda por alimentos aumenta à medida que o desenvolvimento econômico transforma-se em maior poder de compra. A agricultura do século XXI deve sofrer grandes transformações aliando-se às revoluções existentes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse tópico iremos discorrer sobre alguns assuntos relevantes para esse trabalho de modo a familiarizar o leitor com o termos mais relevantes para o mesmo.

2.1 INTERNET DAS COISAS

Internet das Coisas é um termo novo e já presente em diversos lugares, assuntos, indústrias, pesquisas, etc. A primeira vez que foi usado o conceito, em sua escrita em inglês, *Internet of Things* ainda estávamos no século XX, no ano de 1999, por Kevin Ashton, em uma apresentação sobre RFID e uma cadeia de suprimento de uma multinacional (COLOMBO, 2009).

Sendo bem simplista, Internet das Coisas é a interligação de qualquer objeto, pessoa, animal, máquina, robô, ou seja, qualquer "coisa" à uma rede de compartilhamento de informações, onde em tempo real todo e qualquer tipo de dado pode ser acessado. A comunicação M2M é uma forma de IoT onde máquinas trocam informações relevantes para seu funcionamento. Uma dessas máquinas podem ser um robô autônomo, por exemplo, e uma empilhadeira operada por um humano, onde trocam informações pertinentes ao espaço em que habitam.

O objetivo em termos tudo conectado é acelerar a tomada de decisão, onde um operador de uma fábrica, por exemplo, pode acompanhar de seu posto de trabalho diversos processos. Quanto mais informações existem sobre determinado assunto, mais preciso é uma ação coordenada entre vários interlocutores e dessa forma otimiza-se recursos e tempo.

2.2 BIG DATA E CLOUD

Big Data é um conceito usado para designar uma grande quantidade de dados relevantes para determinado tema. Esses dados podem ser adquiridos em tempo real por um dispositivo IoT ou coletados periodicamente de algum outro objeto. A informação

deve ser relevante e quando analisada de forma objetiva deve fornecer argumentos para a tomada de decisões.

Usualmente, "coisas" ligadas à uma rede enviam esses dados para um servidor local ou para a Nuvem (*Cloud*) para armazenamento ou para que sejam processados em tempo real. Esse tipo de serviço, *Cloud Computing*, retira a necessidade de grande poder de processamento local, diminuindo o custo de cada dispositivo ligado em rede ou até mesmo a necessidade de uma empresa investir em supercomputadores.

2.3 MACHINE LEARNING

Machine Learning, ou Aprendizado de Máquina, em tradução literal, refere-se ao uso de algoritmos computacionais que aprendem com os dados fornecidos pelo operador. Geralmente esses algoritmos procuram padrões em informações alimentadas no sistema, mesmo que esses padrões sejam difíceis de serem detectados, e então, uma vez confirmado que o padrão exista, o sistema passa a detectá-lo e reportá-lo automaticamente.

O desenvolvimento de algoritmos de *Machine Learning* algumas vezes envolvem um operador humano capaz de auxiliar o computador confirmando ou não uma detecção de padrão. Esses algoritmos ganham robustez em suas decisões quanto mais informações ele processa, adaptando-se a variações nas informações de entrada ou outros componentes externos.

2.4 INDÚSTRIA 4.0

A Indústria 4.0 foi conceituada na feira de Hannover, na Alemanha, no ano de 2011. Essa é a feira industrial mais importante desse país e não foi escolhido de forma equivocada para apresentar suas soluções. O conceito foi escolhido pelo próprio governo alemão de modo a indicar que essa é a quarta revolução industrial.

O pilar da I4.0 é o alto nível de automação apresentado aliado a capacidade de autonomia em decisões tomadas. Imagina-se que em uma fábrica estado-da-arte nessa

revolução tenha suas máquinas e operadores interligados, por meio da IoT, trocando informações em tempo real, com *Big Data* e *Cloud Computing* empregados em processar essa imensidão de dados e apresentar informações relevantes de alto nível para os tomadores de decisão, sendo esse um humano ou outra máquina.

Processos como controle de qualidade podem ser feitos por robôs aptos a observar, analisar e agir de forma autônoma, baseados em informações da Nuvem e outras em tempo real sendo verificadas com algoritmos de Aprendizado de Máquina, onde dados de produtos defeituosos foram usados para treinar o computador.

Nesse contexto, colaboradores são treinados para auxiliarem essas máquinas e robôs, trabalhando conjuntamente em tarefas suplementares, de modo a aumentar a produtividade de forma constante. Na Indústria 4.0 o objetivo é produzir mais com maior qualidade, usando menos recursos e tempo. Isso é alcançado utilizando cada parte integrante de seus processos de forma altamente otimizada, graças à grande quantidade de informações e a capacidade de usar esses dados quase instantaneamente para embasar ações.

2.5 HIDROPONIA

Hidroponia é uma forma de cultivo de plantas sem solo, ou seja, sem terra ou substratos orgânicos para a fixação de raízes e obtenção de nutrientes. Esse é um método popular em cultivos internos onde a planta tem suas raízes colocadas diretamente na água e uma solução de nutrientes. Geralmente usa-se algum tipo de material inerte para a fixação das raízes e sustentação da planta. Esse meio pode ser fibras naturais, minerais e outros materiais sintéticos. É desejável que esse material seja capaz de reter ar e água para garantir uma boa respiração para as plantas por meio da raiz (AJAY GOKUL, 2016).

Há indícios que esse era o método utilizado nos famosos "Jardins Suspensos da Babilônia". A grande vantagem desse tipo de cultura em fazendas verticais é a

possibilidade de reciclar a água usada, adição precisa de nutrientes, não poluição de rios e outros corpos d'água por excesso de nutrientes e a não proliferação de doenças e pragas provenientes de solos. Os nutrientes usados na solução nutritiva são divididos em macronutrientes: carbono, hidrogênio, oxigênio, enxofre, fósforo, cálcio, magnésio, potássio e nitrogênio. Esses são elementos que são fornecidos em grandes quantidades. Ferro, zinco, cobre, manganês, boro, cloro, cobalto e molibdênio são elementos designados como micronutrientes, exigindo-se quantidades mínimas (AJAY GOKUL, 2016).

2.6 AEROPONIA

Aeroponia pode ser considerado um tipo de hidroponia, mas é ainda mais extremo. Como a hidroponia, não há uso de solo ou elementos orgânicos para fixação das raízes. As plantas são colocadas em estruturas que fixam suas raízes e fazem uma barreira dividindo a planta de sua raiz. Água e nutrientes dissolvidos são atomizados por sprays e as minúsculas gotículas de água e nutrientes entram em contato com as raízes. Esse método favorece o crescimento vigoroso das plantas por aumentar o contato das mesmas com oxigênio para respiração e ainda assim prover água e nutrientes. A eficiência do uso da água nesse tipo de cultivo é superior ao sistema hidropônico (AJAY GOKUL, 2016).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Essa monografia tem como metodologia, uma pesquisa bibliográfica, por meio de pesquisas em artigos científicos, revistas e livros. Também vamos apresentar empresas que já aplicam o uso da tecnologia em Fazendas Verticais espalhadas pelo mundo, onde sua viabilidade já foi validada para determinados cultivos.

A pesquisa bibliográfica é importante método de análise de determinado assunto, uma vez que observa-se o montante de material sendo criado para estudo e pesquisa e também a qualidade desse conhecimento. A pesquisa bibliográfica se desenvolve baseada em materiais já elaborados, constituídos, principalmente, de livros e artigos científicos publicados em periódicos (GIL, 2002).

4 DIAGNÓSTICOS, RESULTADOS E ANÁLISES

Após grande extensa e análise do material coletado, conseguimos entender o estágio atual do desenvolvimento de Fazendas Verticais e o seu potencial produtivo. Esse modelo produtivo objetiva o aumento das áreas cultiváveis ao verticalizar o cultivo em edifícios, ou seja, em um mesmo espaço horizontal é possível ter vários hectares plantados, tal como edifícios permitem até centenas de famílias dividirem o mesmo CEP. Isso é possível graças aos avanços tecnológicos que permitem uma utilização de técnicas como a hidroponia, onde não se faz necessário o uso de solo. O sistema pode utilizar água reaproveitada da comunidade ao redor bem como águas pluviais. Também é possível produzir sem herbicidas e pesticidas, diminuindo os custos e também reduzindo a poluição ao meio ambiente (BENKE, 2017).

O ambiente controlado de Fazendas Verticais permite o uso racional de nutrientes e a reciclagem da água em excesso. Sistemas de controle de temperatura, umidade e luminosidade podem otimizar o crescimento das plantas e aumentar sua produtividade. A climatização do ambiente também pode favorecer o crescimento de alimento ao disponibilizar grandes quantidades de dióxido de carbono de modo a favorecer a fotossíntese. Em resumo, o processo é todo otimizado para cada cultura, trazendo, dessa forma, estabilidade de produção e previsibilidade. A produção pode ser sob demanda e como é possível simular estações culturas podem ser disponibilizada o ano todo (BENKE, 2017).

A localização privilegiada das Fazendas Verticais em centros urbanos permitem uma redução ou eliminação do custo de transporte. O mesmo motivo permite menores custos de armazenamento, embalagens e refrigeração para conservar o produto. É possível produzir e comercializar o alimento em um mesmo ambiente, objetivando assim que o impacto ambiental seja mínimo. A proximidade com o consumidor final permite a eliminação do intermediário beneficiando o produtor e o consumidor ao mesmo tempo. Menos transporte significa também que o produto chegará mais rápido a mesa do consumido, favorecendo a qualidade do alimento e menos perdas decorrentes do processo de decomposição da matéria orgânica. No Estados Unidos estima-se que

em média um alimento percorre 1.640 km, em média, para chegar ao consumidor final (SPECHT, 2013; BENKE, 2017).

O uso de edifícios compartilhados permitem também o compartilhamento de recursos. Se uma Fazenda Vertical for implementada junto a outro empreendimento é possível que a reciclagem da água-cinza possa ser usada na cultura de alimentos. O uso de aquecimento em regiões mais frias pode ser otimizado quando a recirculação de ar é implementada. Estudos sugerem que a construção de edifícios combinados com uma estufa podem economizar até 41% em aquecimento (SPECHT, 2013; DELMÁS, 2017).

Em seu estudo, Lucena (2014) concluiu, em uma avaliação multicriterial, envolvendo aspectos econômicos e sociais que uma Fazenda Vertical pode ser viável e trazer retorno sobre o investimento. Em seu trabalho, uma fazenda em Vancouver, Canadá, produziu 150 toneladas de alimentos, entre hortaliças e frutas, no ano de 2012. Com investimento inicial de 300 mil dólares canadenses e dois anos para atingir sua produção máxima, o empreendimento precisaria de 8 anos, usando os números de venda de 2012, para se pagar. A TIR calculada foi de quase 10%.

Considerando também os ganhos implícitos, caracterizados no estudo, o modelo de produção verticalizada de alimentos é viável econômica, social e ambientalmente. Resumidamente, considerou-se o ganhos por participação de mercado, a imagem da empresa percebida pela sociedade, a produção sustentável e com baixa pegada de carbono, e o ganho social, gerando bem estar e qualidade de vida aos consumidores e pessoas ligadas a produção, mesmo que implicitamente (LUCENA, 2014).

Dalmás (2017), em sua tese de doutorado, desenvolveu um estudo de um cultivo de alimentos em uma estufa com estrutura compartilhada em um prédio da Universidade Autônoma de Barcelona. O objetivo de seu estudo era avaliar os impactos ambientais durante a produção de tomates em dois períodos, verão e inverno, em uma estufa integrada. O projeto piloto envolve o compartilhamento de recursos com o restante do edifício. Águas pluviais era usado para irrigar as plantas, sendo a água coletada por todo

a construção. A circulação de ar era feita, aproveitando a climatização de laboratórios que exigiam controle de temperatura.

O sistema desenvolvido produziu 31 kg de tomate por metro quadrado, durante o período de 15 meses e meio. No espaço da estufa, aproximadamente 84 m², é possível produzir 1,6 toneladas de tomate por ano, podemos alimentar 110 pessoas, considerando o consumo anual na Espanha de 13,4 kg per capita. O sistema não fazia a reciclagem da água, considerado um modelo hidropônico aberto. O uso de água coletada da chuva correspondeu a mais de 80% do total. Dependendo da estação do ano, a estufa integrada produz até 3 vezes menos dióxido de carbono quando comparado a uma estufa convencional. Esse impacto positivo deve-se ao uso eficiente dos recursos, uso de água coletada e também o fato da distribuição da produção ser feita localmente, não sendo transportada nem usando embalagens de transporte (DALMÁS, 2017).

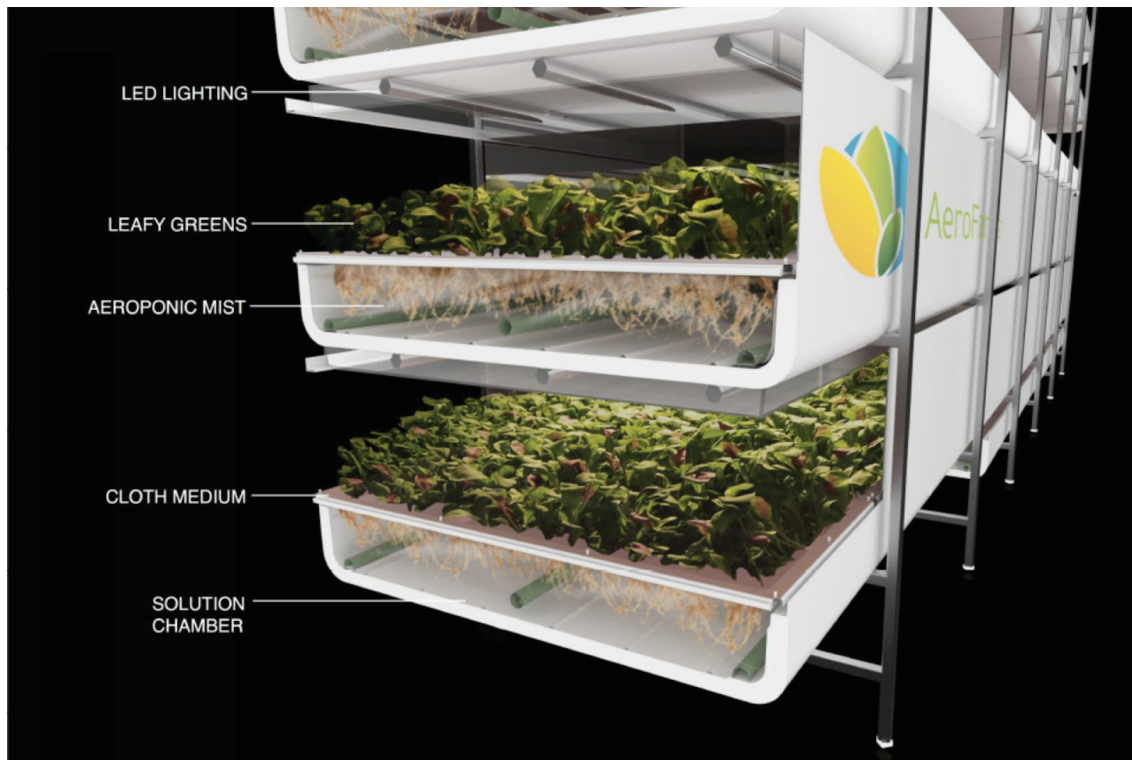
Yang (2017) e seus colegas, propuseram uma implementação de um sistema IoT para agricultura *indoor*. Esse sistema é composto de sensores e (temperatura, umidade, luminosidade e concentração de gases, como CO₂, O₂ e NO₂) uma câmera e armazenagem e computação em nuvem. Algoritmos de *machine learning* foram implementados para, a partir dos dados coletados, prever o estado da planta. O sistema completo, desde *hardware* à aplicativo, tem por objetivo guiar o usuário para tomar melhores decisões no cultivo de alimentos, otimizando a cultura para ter melhor produtividade.

Em todo mundo já existem empresas que apostaram nessa inovação e estão produzindo alimentos com baixo impacto ambiental. Israel, Holanda, Estados Unidos, Canadá, China, Singapura, Alemanha, e outros. Em todos os casos prometem produzir mais quilogramas de vegetais por metro quadrado com menos recursos do que plantações convencionais (BENKE, 2017). Para citar alguns exemplos:

[AeroFarms](#), uma empresa norte americana que se especializou em produzir hortaliças de folhas, como alface e rúcula, usa um sistema de aeroponia em malha fechada, ou seja, não tem resíduos líquidos em sua operação. O sistema promete ser 40% mais eficiente que a hidroponia, usando 95% menos água que cultivo em solo. A

iluminação é controlada e cada tipo de planta tem uma configuração diferente, em intensidade, espectro e frequência. São 130 mil pontos de informações coletados por colheita, atingindo a marca de 390 vezes mais produtividade por pé quadrado.

FIGURA 1 - ESQUEMA DE UMA FAZENDA VERTICAL AEROFARMS



FONTE: www.aerofarms.com

No Japão, uma companhia, [Mirai](#), mantém três fazendas verticais e construiu outras para terceiros, inclusive uma na Antártida. Assim como a AeroFarms, essa empresa se especializou em produzir folhas, devido ao rápido tempo de cultivo e grande demanda. A Mirai alega ser até 100 vezes mais eficiente que um cultivo equivalente tradicional, usando um cinquenta avos a quantidade de água. O sistema é totalmente controlado, podendo ser replicado em qualquer lugar do planeta, além de não utilizar pesticidas.

No Brasil, a empresa [Mighty Greens](#) tem uma proposta diferente e não verticaliza ao extremo suas culturas, usando-se de containers marítimos reciclados para ter um ambiente controlado para produzir brotos de plantas, chamados de "microverdes", que prometem ter mais sabor e até mais nutrientes. No ramo da

tecnologia, a [Cromai](#) está desenvolvendo *softwares* de visão computacional e IA para, a partir de imagens, diagnosticar todo o estado da planta, sendo nutricional ou pragas.

5 CONCLUSÃO

Com tantos exemplos de sucesso, podemos concluir que essa vertente na produção de alimentos é uma realidade. O cultivo tradicional, em solo, será também beneficiado com as novas tecnologias e as premissas da Indústria 4.0 e deve ter sua produtividade aumentada a níveis ainda não conhecidos. Entretanto, podemos também prever que mudanças climáticas podem dificultar a produção no ambiente, onde o controle sobre os recursos é limitado e, as vezes, imprevisível.

A produção urbana de alimentos tem uma série de vantagens. Do ponto de vista da Engenharia de Produção, a logística pode ser um fator de peso nesse cultivo. Será possível garantir que alimentos frescos cheguem às mesas da população. A previsibilidade da produção permite o controle como em uma fábrica, guardada as devidas particularidades. Insumos, mão de obra e outros recursos poderão ser estimados e provisionados observando a demanda pelos produtos, usando técnicas de previsão de demanda para promover o Planejamento e Controle de Produção.

Do ponto de vista ecológico, os avanços tecnológicos em energias renováveis podem agregar ainda mais sustentabilidade na produção em ambiente controlado. O uso de combustíveis fósseis deixará de ser usado em transporte, no maquinário e também na produção de embalagens plásticas. A reciclagem dos resíduos líquidos e sólidos é possível e a compostagem dos restos orgânicos não comestíveis pode ser uma fonte de gás metano para a produção de energia. De modo geral, em um ambiente controlado os desperdícios podem ser constantemente mitigados e a produtividade aumentada proporcionalmente.

Ganhos imensuráveis também podem ser salientados, como o uso do cultivo urbano para promover a educação nutricional e fomentar uma alimentação orgânica, vegetal e livre de proteína animal, uma tendência crescente. A ressignificação de espaços urbanos como antigas fábricas, edifícios abandonados ou subutilizados é uma chance de revitalizar os centros urbanos de grandes metrópoles. É plausível que Fazendas Verticais possam também produzir plantas medicinais e garantir a produção de remédios fitoterápicos, como é o caso da cannabis medicinal em alguns estados dos Estados Unidos.

Um desafio a ser superado é o cultivo de frutos e vegetais que exigem grandes espaços. O uso de água por essas plantas é maior devido a massa e o seu peso também exigira estruturas mais fortes. Os avanços em genética e biotecnologia devem ajudar a superar esses obstáculos, otimizando frutos e reduzindo a parte orgânica não consumível, como mini-árvorés e espécies anãs (BENKE, 2017).

REFERÊNCIAS

- BENKE, Kurt e TOMKINS, Bruce. **Future food-production systems: vertical farming and controlled-environment agriculture**. Sustainability: Science, Practice and Policy, v. 13, n. 1, p. 13–26, 2017 . .
- Climate change, agriculture and food security**. [S.l.]: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016.
- COLOMBO, Jamires Fátima e FILHO, João De Lucca. **Internet Das Coisas (Iot) E Indústria 4.0**. Revista Interface Tecnológica, v. 15, n. 2, p. 72–85, 2018 . .
- DE CLERCQ, Matthieu; VATS, Anshu; BIEL, Alvaro. **Agriculture 4.0: The Future of Farming Technology**. Proceedings of the World Government Summit, Dubai, UAE, p. 11-13, 2018.
- DESPOMMIER, Dickson. **The vertical farm: controlled environment agriculture carried out in tall buildings would create greater food safety and security for large urban populations**. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, v. 6, n. 2, p. 233–236, 2010 . .
- DESPOMMIER, Dickson D. **The vertical farm: feeding the world in the 21st century**. [S.l.]: Picador Thomas Dunne Books, St. Martin's Press, 2011.
- LUCENA, Leandro Pessoa et al. **Avaliação Multicriterial Das Fazendas Verticais Canadenses Como Modelos Sustentáveis De Agricultura Urbana**. Review of Administration and Innovation - RAI, v. 11, n. 1, p. 181, 2014 . .
- MARENGO, José A. **O futuro clima do Brasil**. Revista USP, n. 103, p. 25, 2014 . .
- MARTINELLI, Luiz Antonio et al. **A falsa dicotomia entre a preservação da vegetação natural e a produção agropecuária**. Biota Neotropica, 2010.
- OLDEMAN, L. R. e HAKKELING, R. T. A. e SOMBROEK, W. G. **World map of the status of human-induced soil degradation: an explanatory note**. . [S.l.]: International Soil Reference and Information Centre, 1991.
- SANJUAN DELMÁS, David. **Environmental assessment of water supply: cities and vertical farming buildings**. 2017.
- SPECHT, Kathrin et al. **Urban agriculture of the future: an overview of sustainability aspects of food production in and on buildings**. Agriculture and Human Values, v. 31, n. 1, p. 33–51, 2013 .
- Vertical Farming: a novel farming technology**. International Journal of Modern Trends in Engineering & Research, v. 3, n. 7, p. 7–11, 2016 .

World Population Prospects - Population Division. Disponível em:
<<https://esa.un.org/unpd/wpp/>>

YANG, Jun et al. **Botanical Internet of Things: Toward Smart Indoor Farming by Connecting People, Plant, Data and Clouds.** Mobile Networks and Applications, v. 23, n. 2, p. 188–202, 2017 .

The state of food and agriculture. Tradução . [S.l.]: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017.