

PROJETO FAZENDA VERTICAL SUSTENTÁVEL COM IA (VERTIFARM): INOVAÇÃO AGRÍCOLA PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Guilherme Bueno

Lucas Akira

Pedro Casado

Vinicius Nakashima

RESUMO

Este artigo apresenta o projeto VertiFarm, uma solução inovadora de horta vertical sustentável que integra Inteligência Artificial (IA) para otimizar o cultivo de alimentos. Baseado no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 da ONU – Cidades e Comunidades Sustentáveis, o projeto visa democratizar o acesso à agricultura urbana eficiente, controlada e de baixo impacto ambiental. Exploramos as contribuições da IA na agricultura moderna, exemplos globais como a fazenda vertical de morangos da Plenty Unlimited Inc. e as iniciativas de Dubai para segurança alimentar. Propõe-se uma análise comparativa do modelo de Dubai com as necessidades do Nordeste brasileiro, destacando o potencial da agricultura vertical com IA como ferramenta crucial para combater a insegurança alimentar e promover o desenvolvimento regional.

Palavras-chave: Horta Vertical. Inteligência Artificial. Agricultura Sustentável. Segurança Alimentar. VertiFarm.

1. INTRODUÇÃO

Uma fazenda vertical (ou hidroponia) é um sistema de produção alimentar onde os alimentos são cultivados em camadas verticais empilhadas, geralmente dentro de um ambiente controlado, como um edifício em centros urbanos. As plantas possuem iluminação, umidade, pH e temperatura controlada para maximizar o cultivo.



Ilustração de exemplo de Fazenda Vertical gerada por Inteligência Artificial

A crescente demanda por alimentos em um planeta com recursos finitos e espaços urbanos cada vez mais densos impulsiona a busca por soluções agrícolas inovadoras. A agricultura, prática milenar de cultivo para subsistência e comércio, hoje se depara com desafios sem precedentes, exigindo maior eficiência na produção em áreas reduzidas (FORBES, 2023a). Nesse contexto, as fazendas verticais emergem como uma resposta promissora, e a integração com a Inteligência Artificial (IA) potencializa seu alcance e acessibilidade.

O projeto VertiFarm propõe a criação de um sistema de fazenda vertical gerenciado por um algoritmo de IA. Este algoritmo interage com diferentes "prateleiras" de cultivo, monitorando e ajustando automaticamente as condições ideais para o desenvolvimento das plantas por meio de sensores. Nosso objetivo é permitir que qualquer pessoa cultive seus próprios alimentos de forma sustentável, eliminando a complexidade do manejo agrícola e promovendo a segurança alimentar. Alinhado ao ODS 11, o VertiFarm busca contribuir para cidades mais sustentáveis, resilientes e inclusivas, onde a produção de alimentos frescos e saudáveis esteja ao alcance de todos.

2. METODOLOGIA

Para a apresentação e demonstração do projeto VertiFarm na Feira de Conhecimento, foi adotada uma metodologia multifacetada que combina recursos digitais e expositivos, visando a máxima clareza e engajamento do público. A abordagem consiste em:

a) **Elaboração de Website Interativo:** Foi desenvolvido um site oficial (disponível em: <https://catmeooww.github.io/StudyProjects/VertiFarm>), servindo como plataforma central de informações. O site contém: * **Vídeos Explicativos:** Conteúdos audiovisuais que demonstram o funcionamento da horta vertical, a aplicação da Inteligência Artificial no monitoramento e controle das condições de cultivo, e os benefícios do sistema. * **Apresentações Gráficas:** Slides e infográficos que sumarizam os dados de pesquisa, comparativos de eficiência entre a agricultura convencional e vertical, e o potencial de impacto socioeconômico do VertiFarm. * **Tabelas Comparativas:** Dados tabulados sobre o consumo de água, uso de espaço, produtividade e tipos de culturas ideais para fazendas verticais, com ênfase na adaptabilidade para o Nordeste brasileiro. * **Modelos 3D:** Renderizações e animações tridimensionais da estrutura do VertiFarm, ilustrando a disposição das prateleiras, dos sensores e dos sistemas de irrigação e iluminação. * **Referências Bibliográficas:** Uma seção dedicada a todas as fontes consultadas e utilizadas na pesquisa, garantindo a credibilidade e a rastreabilidade das informações.

b) **Exposição Física de Maquete:** Será apresentada uma maquete física detalhada da Fazenda Vertical, que representa visualmente a estrutura proposta pelo projeto. A maquete busca ilustrar as camadas de cultivo, a disposição dos equipamentos e a integração visual com o ambiente urbano.

c) **Mini Horta Hidropônica Funcional:** Como demonstração prática do conceito, uma mini horta hidropônica em funcionamento estará exposta. Esta mini horta cultivará folhosas de ciclo rápido, permitindo que o público observe os princípios da hidroponia e entenda, de forma tangível, como o VertiFarm operaria em escala maior, com a automação e otimização da IA.

Essa metodologia visa proporcionar uma experiência de aprendizado completa, abordando o projeto tanto em sua concepção teórica e tecnológica quanto em sua aplicação prática, facilitando a compreensão e o diálogo sobre o futuro da agricultura sustentável.

3. DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA VERTICAL COM IA

3.1 O Cenário Global e a Importância da IA na Agricultura Sustentável

As fazendas verticais, embora enfrentem desafios iniciais, apresentam um vasto campo de oportunidades para a agricultura moderna. Elas promovem a agricultura urbana sustentável, oferecem ambientes controlados que permitem colheitas rápidas e livres de agrotóxicos, e integram-se perfeitamente com tecnologias como a IA, conforme destacado pela *Forbes* (2023a).

A Inteligência Artificial desempenha um papel fundamental na otimização dos processos agrícolas. Ela é utilizada na identificação precisa de pragas e doenças, na irrigação inteligente e no controle de qualidade do solo e das plantas, garantindo que os recursos sejam utilizados de forma eficiente e minimizando perdas (FORBES, 2024). A adoção de IA em fazendas verticais, capaz de identificar as necessidades das plantas em tempo real, pode resultar em significativa redução no consumo de energia e otimização geral dos recursos (AGROLINK, 2024).

Em termos de eficiência, as fazendas verticais são revolucionárias. Uma reportagem da *Gazeta do Povo* (2023) aponta que, ao ajustar fatores como temperatura, luz e umidade, essas fazendas podem produzir até 30 vezes mais por metro quadrado em comparação com a agricultura convencional. Além disso, operam durante todo o ano, com uma economia de até 95% de água e 60% de fertilizantes. Essa alta produtividade em menor espaço e com uso reduzido de recursos é crucial para atender à demanda crescente por alimentos frescos e seguros, produzidos perto dos centros urbanos.

3.2 VertiFarm: Uma Proposta Inovadora

Nosso projeto, o VertiFarm, concretiza esses princípios ao propor uma horta vertical autônoma. A IA centralizada gerencia as condições de cultivo em múltiplas prateleiras, utilizando sensores para monitorar continuamente o ambiente. Isso inclui a detecção de níveis de umidade, luminosidade, nutrientes e temperatura, garantindo que cada planta receba exatamente o que precisa em cada fase do seu crescimento. Mais detalhes sobre

o funcionamento dos sistemas de controle automatizado e a estrutura das prateleiras podem ser encontrados no site do projeto *Verti Farm* (2025).

A inteligência do sistema reside na sua capacidade de aprendizado e adaptação. Ao longo do tempo, a IA pode otimizar ainda mais os padrões de cultivo, aprender com os resultados das colheitas anteriores e ajustar as estratégias para maximizar a produtividade e a qualidade dos alimentos.

3.3 O Pioneirismo da Fazenda Vertical de Morangos com IA: Plenty Unlimited Inc.

Um exemplo notável da aplicação de IA em fazendas verticais é a primeira fazenda vertical interna de frutas silvestres em grande escala do mundo, operada pela Plenty Unlimited Inc. em Richmond, Virgínia, EUA. Inaugurada em 24 de setembro de 2024, esta instalação representa um marco na produção de morangos, prometendo revolucionar o setor e pavimentar o caminho para um futuro agrícola mais sustentável.

A fazenda da Plenty é um modelo de sustentabilidade, utilizando 97% menos terra e até 90% menos água do que os métodos agrícolas convencionais. Ela é capaz de produzir morangos frescos durante todo o ano, independentemente das condições climáticas externas, e mantendo o sabor de alta temporada. A tecnologia por trás desse sucesso é resultado de uma década de pesquisa e desenvolvimento, que culminou em um sistema de cultivo modular patenteado, flexível e suficiente para diversas culturas. A inteligência artificial é o cerne da operação, analisando mais de 10 milhões de pontos de dados diariamente em suas 12 salas de cultivo, otimizando o ambiente para cada estágio de crescimento da planta.

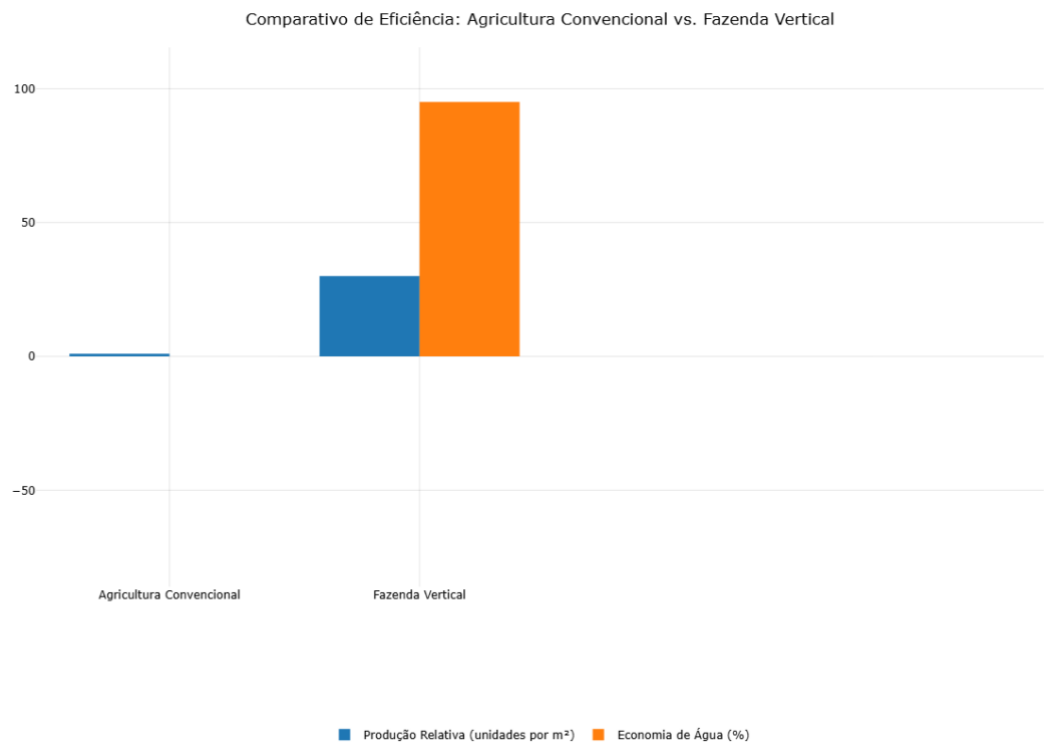
Essa iniciativa é fruto de uma colaboração única entre a tecnologia avançada da Plenty e a expertise da Driscoll, centenária no cultivo de frutas silvestres e detentora de genética proprietária. Como enfatizado por Kurt (o nome de quem fez as observações), a fazenda de Richmond demonstra que é possível produzir alimentos sustentáveis e de alta qualidade em larga escala, minimizando o impacto ambiental. Em um cenário global de crescimento populacional e declínio de terras aráveis, a agricultura vertical com IA oferece uma solução promissora para os futuros desafios de segurança alimentar. A capacidade de produzir alimentos frescos e acessíveis a apenas um dia de distância de mais de 100 milhões de consumidores é uma prova do potencial transformador dessa tecnologia.

3.4 Desafios e Oportunidades no Brasil

No Brasil, embora a agricultura de subsistência seja vital para muitas famílias, ela enfrenta dificuldades significativas, como limitações de terra e recursos, e a imprevisibilidade climática (TODA MATÉRIA, 2025). Nesse cenário, as fazendas verticais com IA, como o VertiFarm, podem ser um diferencial importante, ajudando a superar esses obstáculos e a ampliar a produção local. A demanda por alimentos mais frescos,

seguros e produzidos perto dos centros urbanos também cresce no país, e as fazendas verticais são uma resposta eficiente a essa necessidade (GAZETA DO POVO, 2023).

Para ilustrar o potencial de eficiência das fazendas verticais, apresentamos o gráfico abaixo, baseado nos dados de otimização de produção e economia de recursos discutidos anteriormente:



O gráfico acima demonstra a superioridade das fazendas verticais em termos de produção por área e economia de água em comparação com a agricultura convencional. É importante notar que este gráfico representa dados ilustrativos baseados em médias e potenciais mencionados na literatura (Gazeta do Povo, 2023), e não em dados específicos de produção ou economia de água de fazendas verticais já estabelecidas no Brasil, que ainda estão em fase de expansão e coleta de dados detalhados.

A implementação dessas tecnologias no Brasil pode não só aumentar a produção de alimentos, mas também reduzir o uso de agrotóxicos e diminuir a pegada hídrica da agricultura, contribuindo para uma maior sustentabilidade e resiliência dos sistemas alimentares urbanos.

3.5 O Modelo de Dubai e o Potencial para o Nordeste Brasileiro

A história da agricultura vertical em Dubai é um testemunho da capacidade humana de inovar em ambientes desafiadores. Diante de um clima árido, escassez de água e alta dependência de importações para suprir suas necessidades alimentares, Dubai investiu massivamente em fazendas verticais de larga escala, como a Bustanica – que se tornou a maior fazenda vertical do mundo. O objetivo principal é aumentar a segurança

alimentar, reduzindo a dependência externa e garantindo o acesso a alimentos frescos e de alta qualidade para sua população. Essas fazendas utilizam tecnologias avançadas de hidroponia e aeroponia, controladas por IA, para otimizar o uso da água e maximizar a produção por metro quadrado, contribuindo significativamente para a redução da fome e da insegurança alimentar local.

Traçando um paralelo com o Nordeste brasileiro, percebemos uma similaridade em alguns desafios. A região sofre historicamente com a seca, a desertificação em algumas áreas e, consequentemente, a insegurança alimentar e a dificuldade de acesso a alimentos frescos e nutritivos para parte de sua população. Assim como Dubai, o Nordeste brasileiro poderia se beneficiar imensamente da implementação de fazendas verticais com IA.

A tecnologia de fazendas verticais oferece uma solução robusta para as condições climáticas adversas do semiárido nordestino, permitindo a produção controlada de alimentos em ambientes fechados, com mínima evaporação e recirculação de água. A IA poderia otimizar a gestão hídrica, crucial para a região, e adaptar as condições de cultivo para uma variedade de culturas locais e necessárias para a dieta da população.

A implementação de projetos como o VertiFarm em comunidades do Nordeste poderia não apenas suprir a carência alimentícia, mas também gerar empregos, capacitar a população local em novas tecnologias e impulsionar o desenvolvimento econômico sustentável. Seria um passo significativo para transformar a realidade da insegurança alimentar na região, espelhando o sucesso de Dubai na superação de desafios climáticos extremos através da inovação agrícola.

4.0 O PAPEL DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: APRENDIZADO E DESAFIOS DE MANUTENÇÃO

A Inteligência Artificial é o cerne do VertiFarm, permitindo a otimização e a automação do cultivo, mas sua eficácia reside em sua capacidade de aprendizado e na superação dos desafios inerentes à sua manutenção.

4.1 Como a IA Aprende as Necessidades Específicas de Cada Cultura

O aprendizado da IA no VertiFarm é um processo dinâmico. Inicialmente, ela é alimentada com vastas bases de dados científicas e as melhores práticas agrícolas sobre fotoperíodo, nutrientes, temperatura e umidade ideais para diversas culturas. Em tempo real, uma rede de sensores atua como os "olhos e ouvidos" da IA, coletando milhões de pontos de dados diariamente sobre o ambiente (luminosidade, CO₂, solução nutritiva) e as próprias plantas (visão computacional para crescimento, cor das folhas, detecção de pragas e doenças).

Esses dados massivos são processados por algoritmos de Machine Learning, que utilizam aprendizado supervisionado (para classificação de saúde da planta, por exemplo), não supervisionado (para identificar padrões de crescimento eficazes) e por reforço (para testar e otimizar ações através de tentativa e erro). Esse ciclo de feedback contínuo permite que a IA monitore, analise, diagnostique e ajuste automaticamente as condições de cultivo, como intensidade de luz ou composição de nutrientes, refinando suas estratégias para maximizar a produtividade e a qualidade. A intervenção humana é fundamental para validar e guiar esse aprendizado, assegurando que as otimizações da IA estejam alinhadas aos objetivos do projeto.

4.2 Desafios de Manutenção do Sistema de IA

A manutenção de um sistema de IA robusto como o do VertiFarm é complexa e contínua. Um desafio primordial é garantir a **qualidade e a coleta constante dos dados**, pois sensores defeituosos ou informações incompletas podem comprometer as decisões da IA. É essencial um monitoramento rigoroso e a limpeza regular dos dados.

Outro ponto crítico é o **monitoramento e retreinamento do modelo de IA**. Com o tempo, as condições ambientais ou as necessidades das plantas podem mudar, levando ao "desvio do modelo" (model drift), onde a precisão da IA diminui. O retreinamento periódico com dados atualizados e a validação contínua por especialistas são indispensáveis.

A **manutenção da infraestrutura de hardware e software** também apresenta desafios, incluindo a atualização de servidores, a garantia de conectividade de rede estável e segura, a gestão de atualizações de software e bibliotecas, e a proteção contra ameaças cibernéticas. Tudo isso exige uma **equipe multidisciplinar e especializada** (cientistas de dados, engenheiros, agrônomos) com treinamento contínuo para lidar com a rápida evolução tecnológica. Por fim, os **custos operacionais contínuos** e a **complexidade de integração** dos diversos sistemas (IA, sensores, atuadores) tornam a manutenção um investimento significativo, tanto em termos financeiros quanto de expertise técnica.

5. CONCLUSÃO

O projeto Horta Vertical Sustentável com IA (VertiFarm) demonstra como a tecnologia pode ser uma poderosa aliada na construção de um futuro mais sustentável, eficiente e acessível. A integração da Inteligência Artificial em fazendas verticais permite gerenciar de forma autônoma as condições ideais de cultivo, resultando em uma economia drástica de recursos naturais como água e fertilizantes, além de uma significativa ampliação da produção em espaços reduzidos.

Casos como a fazenda de morangos da Plenty Unlimited Inc. nos Estados Unidos e as grandiosas fazendas verticais de Dubai comprovam a viabilidade e o imenso potencial

dessa tecnologia em escala global, contribuindo para a segurança alimentar e a resiliência em face de desafios climáticos e populacionais. No contexto brasileiro, a aplicação desses princípios, especialmente em regiões como o Nordeste, que historicamente enfrentam a escassez de água e a insegurança alimentar, oferece uma perspectiva promissora para a soberania alimentar e o desenvolvimento local.

Assim, iniciativas como o VertiFarm não apenas aproximam a tecnologia das práticas agrícolas cotidianas, mas também contribuem ativamente para um futuro onde a produção de alimentos é mais inteligente, ecologicamente responsável e socialmente equitativa.

6. REFERÊNCIAS

AGROFY. **Maior fazenda vertical do mundo é inaugurada em Dubai**. Disponível em: <https://news.agrofy.com.br/noticia/199640/maior-fazenda-vertical-do-mundo-e-inaugurada-em-dubai>. Acesso em: 15 out. 2025.

AGROLINK. **IA pode reduzir o consumo de energia agrícola vertical**. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/ia-pode-reduzir-o-consumo-de-energia-agricola-vertical_471527.html. Acesso em: 15 out. 2025.

BLUEBERRIES CONSULTING. **La IA se utiliza para gestionar la primera granja vertical de berries en interiores del mundo**. Disponível em: <https://blueberriesconsulting.com/pt/la-ia-se-utiliza-para-gestionar-la-primera-granja-vertical-de-berries-en-interiores-del-mundo/>. Acesso em: 15 out. 2025.

FAZENDA vertical: como funciona e quais são as vantagens. [S. l.: s. n.], 2024. 1 vídeo (10 min). Publicado pelo canal AgroTech Brasil. Disponível em: <https://youtu.be/fmPPJuW20Yw>. Acesso em: 15 out. 2025.

FAZENDAS verticais: o futuro da agricultura sustentável. [S. l.: s. n.], 2024. 1 vídeo (15 min). Publicado pelo canal Inovação Agrícola. Disponível em: https://youtu.be/hdmlNa1HEBg?si=jUxbujKx_X18dFaw. Acesso em: 15 out. 2025.

FORBES. **Fazendas verticais em xeque: elas são hype ou solução?** Disponível em: <https://forbes.com.br/escolhas-do-editor/2023/09/fazendas-verticais-em-xeque-elas-sao-hype-ou-solucao/>. Acesso em: 15 out. 2025.

FORBES. **Futuro da agricultura: saiba como a IA vai movimentar R\$ 235,7 bilhões em 2028**. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesagro/2024/04/futuro-da-agricultura-saiba-como-a-ia-vai-movimentar-r-2357-bilhoes-em-2028/>. Acesso em: 15 out. 2025.

GAZETA DO POVO. **Fazenda vertical em centro urbano acelera produção de hortaliças em larga escala a custo baixo**. Disponível em:

<https://www.gazetadopovo.com.br/brasil/fazenda-vertical-em-centro-urbano-acelera-producao-hortalicas-larga-escala-custo-baixo/>. Acesso em: 15 out. 2025.

TODA MATÉRIA. **Agricultura de subsistência**. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/agricultura-de-subsistencia/>. Acesso em: 15 out. 2025.

VERTI FARM. **Projeto de horta vertical com IA**. Disponível em: <https://catmeooww.github.io/StudyProjects/VertiFarm>. Acesso em: 15 out. 2025.