



# Agricultura Vertical: Ela pode mudar o cenário global da produção de alimentos?

por **Luciano Jan Loman**  
NuffieldBR Scholar 2016  
Patrocinado pela TIAA-CREF Global Agriculture

Link para o relatório completo – [Luciano Jan Loman – english](#). Todos os relatórios da NuffieldBR estão disponíveis em nosso site [www.nuffield.com.br](http://www.nuffield.com.br), bem como no repositório de scholars em [www.nuffieldscholar.org](http://www.nuffieldscholar.org)

## Sobre o Autor

**Luciano Jan Loman** é engenheiro eletricitista, empreendedor e especialista em tecnologia aplicada ao agronegócio, com forte atuação em agricultura de precisão, sensores, automação e inovação para aumento de eficiência no campo. Cresceu em família agrícola de origem holandesa, unindo a vivência prática da produção ao olhar técnico da engenharia. Como diretor da Metos Brasil, dedica-se à implementação de soluções de monitoramento climático e suporte à tomada de decisão para produtores rurais.

Como Nuffield Scholar, realizou uma extensa jornada internacional por Estados Unidos, Japão, Singapura, Europa e América Latina, investigando tecnologias, modelos de negócios e estruturas operacionais da agricultura vertical. Visitou fazendas urbanas, centros de pesquisa, empresas de engenharia, startups e sistemas de produção altamente tecnificados, comparando diferentes graus de maturidade e avaliando seu potencial de adaptação ao Brasil. Seu relatório reúne uma análise técnica, econômica e estratégica sobre o papel da agricultura vertical no futuro da produção de alimentos.

---

## SUMÁRIO EXECUTIVO

O relatório de Luciano Loman investiga o potencial da agricultura vertical — sistemas de produção de alimentos em múltiplos andares, com iluminação artificial e ambiente totalmente controlado — para transformar a segurança alimentar global em um cenário de urbanização crescente, limitações de terra arável e demanda por alimentos frescos, seguros e produzidos localmente. A partir de estudos de campo nos EUA, Japão, Singapura e Europa, o autor descreve as bases tecnológicas desses sistemas, incluindo iluminação LED, controle climático, hidroponia, aeroponia, automação, sensores e análise de dados, demonstrando como esses elementos permitem ciclos curtos, alta densidade, uso mínimo de água e produção consistente durante todo o ano.

A pesquisa mostra que, embora Vertical Farms ofereçam vantagens claras — produção contínua, redução drástica de água e pesticidas, qualidade uniforme e proximidade ao consumo — a viabilidade econômica ainda é um grande desafio, devido aos elevados custos de energia, mão de obra e CAPEX. Modelos bem-sucedidos no exterior dependem de mercados dispostos a pagar prêmio por alimentos frescos, locais e sem resíduos, ou de estratégias focadas em nichos de alto valor (ervas raras, microgreens, plantas medicinais, mudas e sementes). O estudo destaca cases como AeroFarms, Sky Greens e Farm. One, que demonstram diferentes caminhos possíveis: escala, simplicidade tecnológica, ou especialização extrema.

No contexto brasileiro, o relatório conclui que o modelo “commodity” de hortaliças dificilmente se sustenta, pois o país já possui clima favorável, produção contínua no campo, mão de obra acessível e abundante oferta de verduras baratas próximas às grandes cidades. Entretanto, há oportunidades concretas em nichos de alto valor, como ervas raras, flores comestíveis, ingredientes farmacêuticos, sementes, mudas e produtos medicinais — especialmente em centros urbanos como São Paulo e Rio de Janeiro. Com a queda dos custos de LED, avanços em automação e maior demanda por alimentos premium, a agricultura vertical tende a ter espaço crescente na produção global nas próximas décadas.



## CONCLUSÕES

### **1. Agricultura vertical tem potencial estratégico global, mas ainda depende de redução de custos**

As tecnologias de LED, automação e sensores já permitem alta eficiência produtiva, porém ainda elevam muito o custo final do produto. À medida que esses insumos se tornarem mais acessíveis, o modelo ganhará competitividade e poderá ocupar espaços estratégicos no abastecimento de grandes centros urbanos.

### **2. É uma resposta concreta à urbanização e à demanda por alimentos seguros**

Vertical Farms entregam produção estável, próxima ao consumo, com rastreabilidade, ausência de pesticidas e ciclos curtos — atributos cada vez mais valorizados por consumidores de alto poder aquisitivo, restaurantes premium e mercados metropolitanos.

### **3. Os cases internacionais mostram que especialização e foco são essenciais**

Farm.One prospera com ervas raras; AeroFarms com escala e eficiência; Sky Greens com simplicidade tecnológica e uso de luz natural. Não existe “um” modelo vencedor — existem estratégias alinhadas ao ambiente de mercado de cada região.

### **4. O Brasil não é competitivo no modelo de folhosas commodity**

Com clima favorável, cinturões verdes produtivos e hortaliças baratas, o mercado brasileiro não paga prêmio suficiente para sustentar estruturas de alto custo. Operações orientadas para alface e rúcula competirão diretamente com o campo, onde a produção é barata e contínua.

### **5. Nichos de alto valor são a real porta de entrada para o mercado brasileiro**

Herbs premium, ingredientes medicinais, microgreens, mudas e sementes possuem valor por unidade muito superior e baixa elasticidade de oferta. Esses nichos reduzem dependência de escala e se encaixam no modelo de Vertical Farms urbanas de pequeno porte.

### **6. Agricultura vertical continuará crescendo e complementarará — não substituirá — o campo**

O relatório demonstra que Vertical Farming não é alternativa à agricultura tradicional, mas um complemento estratégico para regiões urbanas, países com pouco solo, ambientes extremos e mercados com alto poder de compra. No Brasil, seu futuro está na especialização e na inovação, não na produção em massa.

---

## RECOMENDAÇÕES

### **1. Estruturar o planejamento a partir da validação de mercado e viabilidade econômica antes do desenho tecnológico**

Operações de agricultura vertical devem ser construídas com base em market fit comprovado, definindo previamente o produto, o público-alvo, a sensibilidade ao preço e o canal de distribuição. Somente após essa etapa devem ser definidos iluminação LED, HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning), sistema hidropônico, automação e densidade de produção. A inversão dessa lógica — tecnologia antes de mercado — é a principal causa de falha em operações globais.



## **2. Priorizar culturas de elevado valor agregado para compensar CAPEX e OPEX elevados**

Dado o custo significativo de LEDs, refrigeração e mão de obra, recomenda-se concentrar-se em cultivos com maior valor por unidade, como microgreens, ervas premium, flores comestíveis, mudas clonais, sementes certificadas e plantas medicinais. Essas cadeias apresentam maior price tolerance, alta demanda por pureza e rastreabilidade, e menor elasticidade de oferta, favorecendo margens capazes de sustentar o investimento.

## **3. Adotar estruturas modulares em galpões com controle climático otimizado, evitando contêineres agrícolas**

Armazéns industriais apresentam melhor relação área útil vs. custo, permitem expansão gradual e favorecem a integração de sistemas HVAC de alta eficiência. Contêineres, apesar da praticidade, limitam escalabilidade, dificultam renovação de ar, reduzem produtividade por metro cúbico e apresentam rápido envelhecimento de ativos.

## **4. Utilizar sistemas hidropônicos de estado estável, com prioridade para DFT (Deep Flow Technique)**

Entre NFT (Nutrient Film Technique), aeroponia e DFT, este último oferece maior resiliência a falhas, maior capacidade térmica, estabilidade de solução nutritiva e operação simplificada. DFT reduz riscos associados a interrupções de bombeamento e facilita a automação do manejo nutricional, sendo o padrão dominante em operações comerciais de média e grande escala.

## **5. Estabelecer protocolos rigorosos de controle ambiental baseado em sensores IoT e algoritmos de otimização**

Operações verticais exigem controle preciso de fotoperíodo, espectro de luz, PPF (Photosynthetic Photon Flux Density), temperatura, umidade, CO<sub>2</sub>, fluxo de ar e pressão positiva. Recomenda-se o uso de redes de sensores IoT (Internet of Things), integração via SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) e algoritmos de previsão climática para reduzir variabilidade, minimizar perdas e otimizar eficiência energética.

## **6. Desenvolver estratégias híbridas de energia com predominância de fontes renováveis e sistemas de mitigação de pico de consumo**

Energia elétrica representa o principal custo operacional. Recomenda-se integrar geração solar fotovoltaica (PV), baterias, iluminação com ajuste espectral e estratégias de dimming para fases fenológicas específicas. Sistemas HVAC de alta eficiência, motores EC (Electronically Commutated) e recuperação de calor são essenciais para reduzir OPEX ao longo do ciclo.

## **7. Formalizar contratos comerciais antes do início da produção, garantindo previsibilidade de demanda e fluxo de caixa**

A operação de Vertical Farming deve ser lastreada por contratos firmados com redes varejistas, restaurantes premium, foodservice e empresas de delivery. Esse modelo reduz risco financeiro, permite melhor dimensionamento da capacidade instalada e garante estabilidade de caixa, replicando estratégias bem-sucedidas de empresas como AeroFarms e Oishii.



## **8. Explorar nichos técnicos e científicos ainda subatendidos no Brasil, especialmente mudas, sementes genéticas e bioativos**

Produção vertical apresenta vantagens únicas em biossegurança, uniformidade e controle de contaminantes, tomando-a ideal para categorias como mudas clonais, sementes de alta pureza, plantas medicinais (ex.: Cannabis medicinal, Ginseng, Stevia), micropropagação, biofármacos vegetais e insumos para cosméticos. Esses mercados demandam rastreabilidade, padrões estritos e baixa variabilidade – atributos intrínsecos aos sistemas verticais.

## **9. Implementar sistemas avançados de automação, rastreabilidade e análise de dados para aumentar eficiência operacional**

A utilização de PLCs (Programmable Logic Controllers), MES (Manufacturing Execution Systems), RFID (Radio-Frequency Identification) e algoritmos de machine learning permite prever ciclos de cultivo, otimizar insumos, reduzir falhas humanas e criar digital twins (réplicas digitais) da operação. Essa abordagem aumenta a produtividade por metro quadrado e reduz custos operacionais por quilo de produto.

## **10. Desenvolver métricas robustas de LCA (Life Cycle Assessment) para certificação ambiental e atração de investimento**

Sistemas verticais podem apresentar vantagens ambientais relevantes quando bem manejados, incluindo redução de água, menor uso de pesticidas e logística curta. No entanto, é essencial quantificar emissões reais, intensidade energética e impactos de ciclo de vida. Estruturar métricas padronizadas facilita acesso a financiamentos verdes, créditos de carbono e mercados premium sustentáveis.