

A INCOMPATIBILIDADE NORMATIVA ENTRE FAZENDAS VERTICAIS E A LEGISLAÇÃO DE PRODUÇÃO ORGÂNICA NO BRASIL

THE NORMATIVE INCOMPATIBILITY BETWEEN VERTICAL FARMS AND ORGANIC PRODUCTION LEGISLATION IN BRAZIL

LA INCOMPATIBILIDAD NORMATIVA ENTRE LAS GRANJAS VERTICALES Y LA LEGISLACIÓN DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA EN BRASIL

Kleber Ferreira de Souza ¹, Muriel Amaral Jacob²

DOI: 10.54899/dcs.v23i91.5848

Recibido: 08/05/2026 | Aceptado: 04/06/2026 | Publicación en línea: 11/06/2026.

RESUMO

O presente artigo analisa a incompatibilidade normativa entre as fazendas verticais e a legislação brasileira de produção orgânica, com foco na exigência do “solo vivo” prevista na Lei nº 10.831/2003 e em normas complementares do Ministério da Agricultura e Pecuária. Parte-se da constatação de que a agricultura vertical, por meio de sistemas como hidroponia e aeroponia, constitui inovação tecnológica capaz de promover elevada eficiência no uso de recursos naturais, redução do emprego de insumos químicos e produção de alimentos em ambientes urbanos controlados, mas permanece excluída do sistema nacional de certificação orgânica em razão da ausência de vínculo direto com o solo. O estudo examina o marco legal da produção orgânica brasileira, os desafios associados ao uso de energia e o conflito normativo decorrente da interpretação restritiva da legislação vigente. A partir de abordagem jurídico-dogmática, demonstra-se que o entrave à certificação desses sistemas não decorre de insuficiência ambiental, mas de uma concepção normativa tradicional de organicidade centrada na materialidade do solo. Conclui-se que a exigência do “solo vivo” configura critério material desproporcional frente à finalidade ambiental da Lei nº 10.831/2003, sendo necessária a atualização do marco regulatório para incorporar critérios objetivos de equivalência ambiental. Tal atualização pode ocorrer por meio de interpretação administrativa mais flexível ou por revisão legislativa, de modo a compatibilizar inovação tecnológica, sustentabilidade e segurança jurídica.

Palavras-chave: Agricultura Vertical. Produção Orgânica. Certificação Orgânica. Sustentabilidade. Direito do Agronegócio.

ABSTRACT

This article analyzes the normative incompatibility between vertical farms and Brazilian organic production legislation, focusing on the “living soil” requirement established in Law No.

¹ Pós-Graduando em Direito do Agronegócio e Desenvolvimento. Universidade de Rio Verde, Rio Verde, Goiás, Brasil. E-mail: kb.fs2@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-4120-6812>

² Doutora em Direito. Universidade de Rio Verde, Rio Verde, Goiás, Brasil. E-mail: murieljacob@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3937-8161>

10,831/2003 and complementary regulations issued by the Ministry of Agriculture and Livestock. The study is based on the premise that vertical agriculture, through systems such as hydroponics and aeroponics, constitutes a technological innovation capable of promoting high efficiency in the use of natural resources, reducing the use of chemical inputs, and enabling food production in controlled urban environments, yet it remains excluded from the national organic certification system due to the absence of a direct connection with soil. The study examines the legal framework of Brazilian organic production, the challenges associated with energy use, and the normative conflict resulting from the restrictive interpretation of current legislation. Through a legal-dogmatic approach, it is demonstrated that the barrier to the certification of these systems does not arise from environmental insufficiency, but rather from a traditional normative conception of organicity centered on the materiality of soil. It is concluded that the “living soil” requirement constitutes a disproportionate material criterion in relation to the environmental purpose of Law No. 10,831/2003, making it necessary to update the regulatory framework to incorporate objective criteria of environmental equivalence. Such an update may occur through a more flexible administrative interpretation or through legislative revision, in order to reconcile technological innovation, sustainability, and legal certainty.

Keywords: Vertical Agriculture. Organic Production. Organic Certification. Sustainability. Agribusiness Law.

RESUMEN

El presente artículo analiza la incompatibilidad normativa entre las granjas verticales y la legislación brasileña de producción orgánica, con énfasis en la exigencia del “suelo vivo” prevista en la Ley n.º 10.831/2003 y en las normas complementarias del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Se parte de la constatación de que la agricultura vertical, mediante sistemas como la hidroponía y la aeroponía, constituye una innovación tecnológica capaz de promover una elevada eficiencia en el uso de los recursos naturales, reducir el empleo de insumos químicos y permitir la producción de alimentos en entornos urbanos controlados; sin embargo, permanece excluida del sistema nacional de certificación orgánica debido a la ausencia de una vinculación directa con el suelo. El estudio examina el marco jurídico de la producción orgánica brasileña, los desafíos asociados al uso de energía y el conflicto normativo derivado de la interpretación restrictiva de la legislación vigente. A partir de un enfoque jurídico dogmático, se demuestra que el obstáculo para la certificación de estos sistemas no deriva de una insuficiencia ambiental, sino de una concepción normativa tradicional de la organicidad centrada en la materialidad del suelo. Se concluye que la exigencia del “suelo vivo” constituye un criterio material desproporcionado frente a la finalidad ambiental de la Ley n.º 10.831/2003, siendo necesaria la actualización del marco regulatorio para incorporar criterios objetivos de equivalencia ambiental. Dicha actualización puede producirse mediante una interpretación administrativa más flexible o a través de una revisión legislativa, con el fin de compatibilizar la innovación tecnológica, la sostenibilidad y la seguridad jurídica.

Palabras clave: Agricultura Vertical. Producción Orgánica. Certificación Orgánica. Sostenibilidad. Derecho del Agronegocio.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

A agricultura contemporânea encontra-se em um ponto de inflexão entre tradição e inovação. De um lado, persistem os modelos produtivos baseados na interação direta com o solo e na manutenção da fertilidade natural como essência da sustentabilidade agrícola. De outro, emergem tecnologias que rompem com essa lógica, propondo novos meios de cultivo capazes de reduzir o impacto ambiental e ampliar a eficiência no uso de recursos. Nesse contexto, as fazendas verticais configuram uma das expressões mais evidentes da agricultura do século XXI: sistemas produtivos altamente controlados, instalados em ambientes urbanos, que utilizam hidroponia e aeroponia para cultivar alimentos livres de agrotóxicos, com uso racional de água e energia (Emani, 2018; Zhdanova; Dorokhina, 2024). Essas estruturas sintetizam a convergência entre inovação tecnológica e sustentabilidade, apresentando-se como alternativa viável diante da limitação de terras agricultáveis e da crescente demanda por alimentos frescos em centros urbanos (Elbardisy *et al.*, 2021).

Entretanto, a introdução desses sistemas no ordenamento jurídico brasileiro esbarra em um obstáculo normativo relevante. A Lei nº 10.831/2003, que institui a política nacional de produção orgânica, e suas normativas complementares do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), definem a agricultura orgânica a partir do manejo em “solo vivo”, restringindo a certificação a práticas que mantenham vínculo direto com o ecossistema terrestre (Madaill *et al.*, 2011; Muñoz *et al.*, 2016). Essa exigência, concebida originalmente como forma de assegurar a integridade ambiental e a fertilidade natural, tornou-se, no cenário atual, um fator de exclusão para modelos produtivos tecnologicamente sustentáveis, como as fazendas verticais. O resultado é uma incompatibilidade entre o avanço científico e a estrutura jurídica que regula a sustentabilidade agrícola no país (Finatto *et al.*, 2024).

Essa divergência revela mais do que uma simples lacuna legislativa: trata-se de um conflito de paradigmas. A legislação brasileira ancora-se em uma concepção ecológica tradicional, na qual o solo é o núcleo simbólico e funcional da organicidade. Já as fazendas verticais operam sob um paradigma tecnológico de sustentabilidade, baseado na eficiência dos insumos, no reaproveitamento de recursos e na produção limpa (Langendahl *et al.*, 2022).

Assim, coloca-se o seguinte problema de pesquisa: a exigência do “solo vivo” como requisito para certificação orgânica é juridicamente compatível com os princípios da sustentabilidade e da inovação tecnológica? Parte-se da hipótese de que tal exigência constitui

critério normativo inadequado quando analisado à luz da finalidade ambiental da legislação, por privilegiar um elemento material específico em detrimento dos resultados efetivos do sistema produtivo.

O contraste com marcos internacionais reforça a relevância dessa questão. Nos Estados Unidos e no Japão, por exemplo, a certificação orgânica já abrange sistemas sem solo, desde que cumpridos requisitos de sustentabilidade e rastreabilidade (Organic Trade Association, 2020).

Este artigo tem como objetivo analisar a incompatibilidade normativa entre a exigência do solo vivo e os sistemas de agricultura vertical, à luz da teoria jurídica e dos princípios que regem o Direito Ambiental e o Direito do Agronegócio. Sustenta-se, como tese central, que a exigência normativa do “solo vivo” constitui critério material desproporcional frente à finalidade ambiental da Lei nº 10.831/2003, ao impedir o reconhecimento de sistemas produtivos que atendem, por meios distintos, aos mesmos objetivos de sustentabilidade. A pesquisa adota abordagem qualitativa, de natureza jurídico-dogmática, com base em revisão bibliográfica e análise normativa, buscando contribuir para o debate sobre a atualização do marco regulatório da produção orgânica no Brasil.

O MARCO LEGAL DA PRODUÇÃO ORGÂNICA BRASILEIRA E O PARADIGMA DO SOLO VIVO (LEI Nº 10.831/2003)

A Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, marca um divisor de águas na institucionalização da agricultura orgânica no Brasil. Ela surgiu em um momento de amadurecimento das políticas públicas voltadas à sustentabilidade e à segurança alimentar, consolidando juridicamente um conjunto de práticas produtivas que até então se desenvolviam de forma difusa, orientadas por princípios agroecológicos e movimentos sociais ligados à reforma agrária e à produção familiar. O texto legal definiu a produção orgânica como um sistema que “adota técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos, respeitando a integridade cultural das comunidades rurais e garantindo a sustentabilidade econômica e ecológica” (Brasil, 2003). Essa formulação sintetiza uma visão holística da agricultura, na qual o solo é mais do que substrato físico: é o elemento vital que conecta ecossistemas, produtividade e equilíbrio ambiental.

O marco normativo da agricultura orgânica brasileira foi estruturado sobre a premissa do solo vivo, conceito que reflete uma tradição ecológica e simbólica da relação entre a fertilidade

da terra e a autenticidade do alimento. De acordo com Madail *et al.* (2011), a construção histórica da agricultura orgânica no país está diretamente ligada ao manejo ecológico do solo, à promoção da biodiversidade e à conservação da fertilidade natural. Nesse contexto, o solo representa o principal indicador de sustentabilidade, servindo como parâmetro para avaliar a qualidade do sistema produtivo e a saúde ambiental. O arcabouço legal, portanto, não apenas regulamenta práticas agrícolas, mas também consagra uma filosofia de produção que associa organicidade à integridade dos ecossistemas naturais.

A análise da Lei nº 10.831/2003 não pode se limitar à sua literalidade, sendo necessária uma interpretação sistemática, orientada pelos princípios constitucionais que regem a ordem econômica e a proteção ambiental. Nesse sentido, a finalidade normativa da legislação orgânica não se esgota na exigência do “solo vivo” como elemento material, mas se projeta na promoção da sustentabilidade ambiental, da segurança alimentar e da confiança do consumidor.

A certificação orgânica deve ser compreendida como instrumento jurídico de natureza regulatória, inserido no âmbito do poder de polícia administrativa, cuja função é assegurar padrões mínimos de qualidade ambiental e transparência no mercado. Trata-se de um mecanismo de controle estatal que combina fiscalização, padronização técnica e legitimação social, conferindo ao selo orgânico a função de garantir ao consumidor que o produto atende a critérios previamente definidos de sustentabilidade.

A partir dessa compreensão, a exigência normativa do “solo vivo” deve ser analisada à luz dos princípios da proporcionalidade e da eficiência. O princípio da proporcionalidade impõe que as medidas restritivas adotadas pelo Estado sejam adequadas, necessárias e proporcionais em sentido estrito à finalidade pretendida. Já o princípio da eficiência exige que a atuação administrativa produza os melhores resultados possíveis com os recursos disponíveis, evitando soluções normativas que, embora tradicionais, se mostrem inadequadas diante de novas tecnologias.

Quanto a ordem econômica, também incidem os princípios da livre iniciativa e do desenvolvimento sustentável, previstos na Constituição Federal, que orientam a atuação estatal no sentido de compatibilizar a atividade econômica com a proteção ambiental. A livre iniciativa sustentável não se opõe à regulação, mas exige que esta seja racional, não discriminatória e aberta à incorporação de inovações tecnológicas que promovam ganhos ambientais.

As normas jurídicas devem ser interpretadas à luz das transformações sociais, científicas e tecnológicas, de modo a preservar sua finalidade original sem impedir sua adaptação a novas

realidades. Assim, deve considerar que a sustentabilidade pode ser alcançada por diferentes meios técnicos, não estando necessariamente condicionada à presença do solo como elemento físico indispensável.

A regulamentação da Lei nº 10.831/2003 foi complementada por instruções normativas do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), que detalham os mecanismos de certificação e fiscalização. Entre os instrumentos previstos estão a certificação por auditoria, os sistemas participativos de garantia (SPG) e o controle social para venda direta. Esses mecanismos foram concebidos para assegurar transparência, rastreabilidade e confiança do consumidor, valores fundamentais para o fortalecimento do mercado de produtos orgânicos (Madail *et al.*, 2011). A lógica que permeia esse sistema é de corresponsabilidade entre produtor e sociedade, em que o vínculo com o solo funciona como garantia de autenticidade ecológica e de respeito à natureza.

O paradigma do solo vivo tem, portanto, dupla dimensão: técnica e simbólica. Do ponto de vista técnico, ele expressa a crença de que a sustentabilidade da agricultura depende do equilíbrio biológico do solo, que abriga micro-organismos, nutrientes e matéria orgânica essenciais à produção. Na perspectiva simbólica, traduz um ideal ético-ecológico que aproxima o agricultor da terra, resgatando práticas ancestrais de manejo e valorizando o conhecimento tradicional. Como explicam Muñoz *et al.* (2016), a ênfase na vitalidade do solo não é casual, mas um reflexo de movimentos internacionais de preservação ambiental e de resistência à agricultura industrializada. Assim, o vínculo jurídico entre organicidade e solo vivo consolidou-se como uma escolha normativa deliberada, orientada por princípios de proteção da biodiversidade e de rejeição ao uso intensivo de insumos sintéticos.

Essa opção legislativa, embora coerente com a conjuntura socioambiental do início dos anos 2000, apresenta hoje limitações frente às transformações tecnológicas do setor agrícola. Nas últimas décadas, a agricultura brasileira tem passado por um processo de inovação acelerado, incorporando práticas de agricultura de precisão, controle biológico e automação, além de novas formas de cultivo em ambiente controlado. Entre essas inovações, destacam-se as fazendas verticais, que utilizam sistemas de hidroponia e aeroponia, dispensando o uso do solo e otimizando o consumo de água e energia (Emani, 2018). Esses modelos produtivos oferecem alimentos livres de agrotóxicos e minimizam o desperdício de recursos, atendendo plenamente aos objetivos ambientais que motivaram a criação da lei.

Contudo, a legislação vigente não reconhece tais práticas como passíveis de certificação orgânica, pois entende que a ausência do solo descaracteriza o processo de produção natural.

Essa interpretação cria uma barreira jurídica que impede o enquadramento das fazendas verticais dentro do sistema nacional de produção orgânica, mesmo quando estas adotam práticas sustentáveis equivalentes às da agricultura tradicional. Como argumentam Finatto *et al.* (2024), a rigidez interpretativa das normas do MAPA tem limitado o avanço de sistemas alternativos, que poderiam ampliar a oferta de alimentos sustentáveis e contribuir para a segurança alimentar urbana.

Além do aspecto normativo, há também um debate conceitual sobre o que constitui “sustentabilidade” na agricultura. O modelo tradicional, baseado na dependência do solo, privilegia a integração ecológica e o ciclo natural dos nutrientes. Já os modelos tecnológicos, como as fazendas verticais, propõem uma sustentabilidade baseada na eficiência energética, na redução de impactos ambientais e na circularidade dos recursos (Langendahl *et al.*, 2022). Essa divergência de fundamentos gera um conflito paradigmático: o que caracteriza um sistema agrícola como orgânico e sua relação com o solo ou seus resultados ambientais? A resposta a essa pergunta tem implicações diretas sobre o futuro da legislação brasileira e sobre o papel do Direito na mediação entre tradição e inovação.

Internacionalmente, observa-se uma tendência de flexibilização das normas, com reconhecimento de que a sustentabilidade pode se manifestar por diferentes caminhos. Nos Estados Unidos, por exemplo, o Departamento de Agricultura (USDA) já admite a certificação orgânica de sistemas hidropônicos, desde que cumpram critérios rigorosos de manejo ambiental e rastreabilidade (Organic Trade Association, 2020). O Japão segue abordagem semelhante, permitindo a certificação de cultivos sem solo que utilizem insumos biológicos e mantenham equilíbrio ecológico. Esses exemplos demonstram que a definição de “orgânico” não precisa estar atrelada estritamente ao solo, mas à coerência entre práticas produtivas e princípios de sustentabilidade.

O contraste com o cenário brasileiro evidencia o caráter conservador da legislação nacional, que mantém a organicidade subordinada à materialidade do solo. Essa postura tem sido defendida por setores que veem no solo vivo não apenas um requisito técnico, mas uma garantia de integridade ética e ambiental. Para esses grupos, a flexibilização da lei poderia abrir brechas para práticas de agricultura intensiva disfarçadas sob o rótulo de “orgânica”, diluindo a credibilidade do selo e comprometendo a confiança do consumidor (Muñoz *et al.*, 2016). Por outro lado, há uma corrente crescente composta por juristas, agrônomos e empreendedores que sustenta a necessidade de revisão da norma, argumentando que a inovação tecnológica não é

antagônica à sustentabilidade, mas uma de suas expressões mais contemporâneas (Machado; Neves; Braga, 2025).

A partir dessa tensão, torna-se evidente que o desafio jurídico atual não está em abandonar o paradigma do solo vivo, mas em reinterpretá-lo. É possível conceber uma leitura mais ampla da Lei nº 10.831/2003, que considere o solo como símbolo de sustentabilidade e não como exigência material exclusiva. Essa perspectiva permitiria incluir novos modelos produtivos, como os sistemas verticais e hidropônicos, dentro de um marco regulatório mais dinâmico e coerente com as transformações da agricultura mundial. Tal reinterpretação exigiria, entretanto, a elaboração de critérios técnicos equivalentes, capazes de assegurar que a ausência do solo não comprometa os princípios de biodiversidade, equilíbrio ecológico e respeito ao ambiente que sustentam o conceito de orgânico.

O debate sobre a atualização normativa é, portanto, também um debate sobre o papel do Direito do Agronegócio como mediador entre inovação e tradição. Como ressalta Muñoz *et al.* (2016), a legislação orgânica brasileira expressa uma racionalidade ambiental construída historicamente, mas isso não a torna imutável. Ao contrário, o Direito deve acompanhar as transformações tecnológicas e sociais, garantindo que os instrumentos jurídicos continuem promovendo sustentabilidade, e não bloqueando-a. Assim, ao insistir na exclusividade do solo vivo, a legislação brasileira pode acabar contrariando o próprio espírito da agricultura orgânica, que é o de preservar a vida e reduzir impactos ambientais.

O marco legal da produção orgânica brasileira foi essencial para consolidar um modelo de agricultura ecológica e garantir a confiança do consumidor, mas sua interpretação restritiva diante das novas tecnologias evidencia a necessidade de revisão e atualização. A Lei nº 10.831/2003 permanece como referência fundamental, porém deve ser lida à luz dos avanços científicos e dos desafios urbanos e climáticos contemporâneos. O paradigma do solo vivo, embora vital à história da agricultura orgânica, não pode ser visto como obstáculo à inovação, mas como inspiração para expandir o conceito de sustentabilidade. A reinterpretação dessa base normativa poderá permitir a integração de novos modelos produtivos, conciliando tradição agroecológica e inovação tecnológica, e garantindo ao Brasil um papel mais ativo nas discussões globais sobre agricultura sustentável e segurança alimentar.

CONCEITO, SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIAS DA AGRICULTURA VERTICAL (HIDROPONIA E AEROPONIA)

A agricultura vertical constitui uma das expressões mais emblemáticas da chamada revolução tecnológica sustentável que caracteriza a agricultura contemporânea. Baseada em sistemas de cultivo sem solo, como a hidroponia e a aeroponia, essa modalidade propõe um redesenho radical da lógica produtiva tradicional, permitindo a produção intensiva de alimentos em ambientes urbanos, sob controle ambiental e com baixo impacto ecológico. Ao substituir o solo por substratos inertes e soluções nutritivas balanceadas, as fazendas verticais buscam otimizar o uso de recursos naturais e reduzir impactos ambientais (Emani, 2018; Langendahl *et al.*, 2022).

Conforme explica Zhdanova e Dorokhina (2024), o modelo de fazendas verticais parte da integração entre arquitetura, engenharia e biotecnologia, utilizando estruturas verticais, iluminação LED ajustável e sistemas de irrigação fechados que reaproveitam a água. Essa combinação torna o cultivo altamente eficiente e previsível, além de adaptável a diferentes condições climáticas. A inovação não se limita à técnica: ela reconfigura o espaço agrícola, deslocando a produção das zonas rurais para o interior das cidades, onde a proximidade com os consumidores reduz custos logísticos e emissões de carbono associadas ao transporte de alimentos (Elbardisy *et al.*, 2021). Trata-se, portanto, de um modelo de agricultura urbana de baixo carbono, alinhado aos objetivos globais de sustentabilidade propostos pela ONU (ODS 2 e 12).

Entretanto, compreender a sustentabilidade associada à agricultura vertical exige uma visão mais ampla, que vá além do desempenho técnico e incorpore dimensões éticas, políticas e culturais. Como enfatiza Julio Cesar de Sá da Rocha (2023), a sustentabilidade “é um conceito transversal que perpassa todas as dimensões da vida social”, articulando-se em sete pilares interdependentes: econômico, social, ambiental, político, cultural, ético e estético. Segundo o autor, não se trata apenas de preservar recursos naturais, mas de reorientar a civilização em direção a um modelo de coexistência equilibrada entre sociedade e natureza. Essa abordagem materializa um novo modo de pensar a produção de alimentos, conjugando eficiência econômica com responsabilidade ambiental e estética urbana.

A hidroponia e a aeroponia, nesse sentido, configuram não apenas técnicas agrícolas, mas tecnologias sociais, instrumentos de reorganização dos modos de produção e consumo em

direção à sustentabilidade integral. Ao empregar sistemas que reduzem drasticamente o uso de água e energia, as fazendas verticais contribuem para o cumprimento dessa responsabilidade ética. Dados experimentais indicam que a hidroponia pode reduzir o consumo hídrico em até 90% em relação ao cultivo convencional, além de permitir o uso de energia renovável e o reaproveitamento de resíduos orgânicos (Emani, 2018).

A análise de Veiga (2019) reforça esse entendimento ao defender que a sustentabilidade é “um novo valor civilizacional”, que redefine a relação entre economia, tecnologia e natureza. Para o autor, o desafio contemporâneo está em romper com a lógica de crescimento ilimitado, em que o desenvolvimento é medido pela capacidade de garantir bem-estar com uso racional dos recursos. A agricultura vertical exemplifica essa transição: ao concentrar a produção em espaços reduzidos, que não depende da expansão territorial, mas da inovação tecnológica e do reaproveitamento de recursos.

No campo jurídico, essa nova realidade desafia as definições tradicionais de sustentabilidade agrícola. O ordenamento brasileiro, ao condicionar a certificação orgânica ao manejo em solo vivo, acaba ignorando os resultados ambientais equivalentes alcançados por sistemas hidropônicos e aeropônicos (Madail *et al.*, 2011; Muñoz *et al.*, 2016). Tal interpretação contrasta com experiências internacionais mais flexíveis, como as dos Estados Unidos e do Japão, onde o cultivo sem solo já é reconhecido como compatível com a certificação orgânica, desde que observados critérios rigorosos de rastreabilidade e controle ambiental (Organic Trade Association, 2020). Essas experiências demonstram que a sustentabilidade não depende exclusivamente da presença de solo, mas da integridade dos processos produtivos e dos resultados ambientais alcançados.

A questão central, portanto, não é técnica, mas normativa e filosófica. Ao exigir o solo como elemento definidor da organicidade, o Brasil preserva uma concepção biocêntrica e tradicionalista de agricultura orgânica, herdada das primeiras formulações europeias da agroecologia. Porém, essa visão não abarca as formas contemporâneas de sustentabilidade tecnológica, que incorporam o controle digital de variáveis ambientais, o uso de energias limpas e a minimização de resíduos. Langendahl *et al.* (2022) demonstram que a “smart urban agriculture” (agricultura urbana inteligente) já representa uma realidade consolidada em países nórdicos, onde a produção em ambiente controlado é vista como aliada à sustentabilidade urbana. Essa tendência evidencia que o Direito, ao permanecer preso a concepções estáticas, corre o risco de se tornar um obstáculo à inovação ambiental.

Além do impacto ambiental positivo, as fazendas verticais também promovem ganhos sociais e econômicos. Segundo Finatto *et al.* (2024), o crescimento da agricultura orgânica no Brasil tem sido impulsionado pela valorização de produtos diferenciados e pela consciência ambiental do consumidor. As fazendas verticais podem potencializar esse movimento ao aproximar a produção dos centros urbanos, criando cadeias curtas de comercialização e fortalecendo economias locais.

Contudo, há desafios significativos a superar. O primeiro deles diz respeito à matriz energética utilizada nesses sistemas. Apesar de a iluminação LED e os ambientes controlados reduzirem perdas e desperdícios, a dependência de energia elétrica ainda pode representar um ponto crítico, especialmente em contextos em que a fonte predominante não é renovável. São Paulo (2025) aponta que o uso intensivo de energia não renovável contraria uma das diretrizes da agricultura orgânica brasileira, que busca minimizar impactos ambientais em todas as etapas produtivas. A transição para fontes renováveis como solar e eólica é, portanto, condição indispensável para que a agricultura vertical seja reconhecida como ambientalmente sustentável em termos normativos.

No caso das fazendas verticais, a resistência normativa não decorre apenas de lacunas legais, mas de uma inércia cultural que associa a autenticidade agrícola à terra cultivada. Essa percepção simbólica do solo como espaço sagrado da agricultura herdada de tradições agroecológicas, exige ser reinterpretada à luz das transformações tecnológicas e urbanas. Nesse sentido, a reconfiguração da agricultura para ambientes urbanos controlados não representa uma negação da natureza, mas sua adaptação às condições ecológicas e demográficas do presente.

Ao promover a produção local de alimentos, reduzir o consumo de recursos e eliminar o uso de insumos poluentes, esses sistemas não apenas mitigam impactos ambientais, mas também materializam o princípio da responsabilidade compartilhada, a base da sustentabilidade contemporânea. Trata-se de um modelo que articula dimensões ambientais, econômicas e sociais da sustentabilidade, sem depender exclusivamente do solo como base produtiva.

A agricultura vertical demonstra que a sustentabilidade pode ser alcançada por diferentes arranjos produtivos, ampliando o debate jurídico sobre os critérios normativos da produção orgânica no Brasil. Seu mérito está em demonstrar que é possível produzir alimentos de forma eficiente e ambientalmente responsável sem depender exclusivamente do solo, pois, conforme propõe Veiga (2019), o desenvolvimento tecnológico deve estar subordinado ao valor da vida e à preservação dos ecossistemas. Essa compreensão amplia o escopo do debate jurídico sobre a

produção orgânica no Brasil, convidando o legislador e os operadores do Direito a repensar o conceito de sustentabilidade à luz das transformações científicas e sociais do século XXI.

DESAFIOS DAS FAZENDAS VERTICAIS E O USO DE ENERGIA

Embora as fazendas verticais representem um dos avanços mais promissores da agricultura sustentável, elas enfrentam desafios estruturais que colocam em xeque sua viabilidade econômica e ambiental no longo prazo. O principal deles diz respeito ao uso intensivo de energia, uma variável crítica tanto do ponto de vista técnico quanto jurídico. Se, por um lado, os sistemas de cultivo vertical reduzem drasticamente o consumo de água, solo e defensivos agrícolas, por outro, demandam um aporte energético constante para manter o controle climático, a iluminação artificial e a automação dos processos produtivos. Essa dependência cria uma tensão entre inovação tecnológica e sustentabilidade, exigindo soluções que conciliem eficiência energética com responsabilidade ambiental.

De acordo com Langendahl *et al.* (2022), o consumo energético é uma das principais barreiras à sua expansão global, já que a operação contínua de sistemas de iluminação LED, refrigeração e irrigação automatizada eleva significativamente o custo de produção. Contudo, essa limitação não é insuperável: os autores destacam que a adoção de tecnologias de iluminação inteligente, com espectros ajustáveis conforme o estágio de crescimento das plantas, e a integração com fontes renováveis, especialmente, energia solar podem reduzir substancialmente a pegada energética do sistema. Nos países nórdicos, por exemplo, há casos em que 100% da demanda energética das fazendas verticais é suprida por painéis solares e energia eólica, tornando o modelo compatível com políticas ambientais rigorosas.

No Brasil, entretanto, o cenário é distinto. Apesar de a matriz elétrica nacional possuir alta participação de fontes renováveis, como a hidrelétrica, o custo e a intermitência do fornecimento energético ainda representam um desafio significativo, sobretudo em contextos urbanos densos. Segundo São Paulo (2025), a legislação brasileira de produção orgânica impõe a redução do uso de energia não renovável como um dos princípios da certificação. Essa diretriz, embora coerente com o ideal de sustentabilidade, torna-se um obstáculo para as fazendas verticais, que dependem de energia elétrica contínua para manter a produção. Essa contradição normativa reforça o impasse jurídico entre a inovação tecnológica e a interpretação restritiva da Lei nº 10.831/2003, centrada no paradigma do solo vivo.

Outro desafio relevante é o custo de implantação e operação. Estudos apontam que o investimento inicial em uma fazenda vertical pode ser de três a cinco vezes superior ao de um sistema agrícola convencional (Zhdanova; Dorokhina, 2024). Esse custo é majoritariamente atribuído à infraestrutura tecnológica como os sistemas de climatização, sensores, LEDs e automação, que demanda energia constante. A viabilidade econômica, portanto, depende de escalabilidade, inovação em design arquitetônico e, sobretudo, do uso de energias renováveis locais. Iniciativas de integração entre fazendas verticais e edifícios urbanos inteligentes têm buscado reduzir custos por meio de sinergias energéticas, como o aproveitamento de calor residual de sistemas de refrigeração e o uso de iluminação natural controlada por sensores de luminosidade.

Ainda assim, o debate jurídico sobre a compatibilidade entre consumo energético e certificação orgânica permanece controverso. O ordenamento brasileiro, ao manter a exigência do solo vivo e a restrição ao uso de energia não renovável, acaba limitando a possibilidade de enquadramento das fazendas verticais como sistemas sustentáveis, mesmo quando estas apresentam eficiência ambiental comprovada. Tal postura, como observa Finatto *et al.* (2024), reflete uma visão conservadora que privilegia o passado em detrimento do futuro, ignorando que a sustentabilidade é um conceito dinâmico, em constante adaptação às transformações tecnológicas e sociais.

A inovação tecnológica deve ser avaliada a partir de seus resultados ambientais e sociais, e não apenas pela adesão a modelos produtivos tradicionais. Essa abordagem se alinha ao princípio da precaução e da inovação sustentável, conforme reconhecido em documentos internacionais como a Agenda 2030 e a Carta da Terra, que preveem a adaptação das normas às novas realidades científicas e tecnológicas.

A ideia de cultivar alimentos em ambientes totalmente controlados, sem solo e com iluminação artificial, ainda gera desconfiança entre consumidores e reguladores. Segundo Madail *et al.* (2011), a legitimidade do selo orgânico está profundamente associada à percepção de naturalidade e à relação simbólica entre agricultura e terra. Desvincular o conceito de orgânico do solo implica uma transformação cultural que requer educação ambiental e mudança de mentalidade. Essa resistência também se manifesta no campo normativo, onde o conservadorismo jurídico tende a reproduzir paradigmas históricos sem considerar o contexto tecnológico atual.

A superação desses entraves demanda políticas públicas integradas. O Estado pode desempenhar papel estratégico na promoção da agricultura vertical sustentável por meio de incentivos fiscais à geração de energia renovável, programas de financiamento verde e certificações específicas para sistemas urbanos de produção. Tais medidas poderiam reduzir custos de operação, democratizar o acesso à tecnologia e ampliar o impacto socioambiental positivo do modelo. Como observa Veiga (2019), a sustentabilidade requer “um Estado indutor de transições”, capaz de articular inovação, regulação e inclusão social. Nesse sentido, o fortalecimento de um marco legal que reconheça a pluralidade de formas sustentáveis de produção é fundamental para o avanço do setor.

A discussão sobre energia nas fazendas verticais, portanto, não pode ser dissociada da reflexão sobre justiça ambiental e governança climática. A dependência energética desses sistemas deve ser compreendida dentro de uma lógica de compensação ecológica, na qual a redução de insumos, a eliminação de agrotóxicos e o uso eficiente de recursos hídricos compensam o consumo de eletricidade, desde que esta seja proveniente de fontes renováveis.

Os desafios energéticos das fazendas verticais evidenciam a necessidade de revisão dos critérios normativos de sustentabilidade adotados pelo ordenamento jurídico brasileiro. A compatibilização entre inovação tecnológica e regulação ambiental depende da adoção de parâmetros que considerem não apenas o meio de produção, mas os resultados ambientais efetivamente alcançados. Nesse sentido, o uso de energia, quando associado a fontes renováveis e eficiência sistêmica, não constitui obstáculo à sustentabilidade, mas elemento a ser incorporado na avaliação normativa da produção orgânica.

O CONFLITO NORMATIVO: A EXIGÊNCIA LEGAL DO SOLO VIVO COMO ENTRAVE À CERTIFICAÇÃO DE FAZENDAS VERTICAIS

A exigência normativa do “solo vivo” consagrada pela Lei nº 10.831/2003 e detalhada nas normativas do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) constitui o nó central do conflito entre inovação tecnológica e regulação da produção orgânica no Brasil. Ao articular a organicidade à manutenção de ecossistemas de solo com ênfase em manejo agroecológico, biodiversidade e ciclos naturais de nutrientes, o arcabouço legal buscou garantir autenticidade e confiança no selo orgânico, protegendo consumidores e preservando princípios agroecológicos (Brasil, 2003; Madail *et al.*, 2011). Entretanto, essa materialização do paradigma do solo vivo

produz um efeito prático de exclusão: sistemas de cultivo sem solo, por meio de hidroponia e aeroponia, ficam automaticamente fora do escopo certificatório, mesmo quando demonstram equivalência ou superioridade em critérios ambientais relevantes, como ausência de agrotóxicos, eficiência hídrica e redução de emissões logísticas (Emani, 2018; Zhdanova; Dorokhina, 2024).

Juridicamente, o conflito pode ser lido em duas chaves principais. A primeira é a função preventiva e protetiva da norma: a exigência do solo é defensável como um mecanismo de salvaguarda contra práticas que, em tese, poderiam degradar o conceito de “orgânico” e introduzir formas de “greenwashing”. Parte da doutrina sustenta que um critério material e objetivo (presença do solo) evita interpretações elásticas que fragilizariam a confiança do consumidor e a rastreabilidade dos processos. Muñoz *et al.* (2016) e outros autores associados ao debate ressaltam que a centralidade do solo possui um caráter simbólico e técnico que historicamente contribuiu para a consolidação do selo orgânico no Brasil.

Se o objetivo da Lei nº 10.831/2003 é promover sustentabilidade, segurança alimentar e redução do uso de insumos sintéticos, a interpretação literal que exige exclusivamente o solo pode revelar-se inadequada e desnecessária, ao impedir tecnologias que alcançam, por meios distintos, os mesmos resultados ambientais. Finatto *et al.* (2024) argumentam que a rigidez da interpretação normativa impede a incorporação de soluções urbanas e tecnológicas que respondem diretamente às metas socioambientais da lei. Nessa perspectiva, o Direito deve priorizar a verificação de resultados e critérios de sustentabilidade e não apenas um requisito material histórico sob pena de permanecer estacionado frente a inovações com potencial público relevante.

O contraponto internacional reforça a possibilidade de soluções normativas alternativas. Países como Estados Unidos e Japão já permitem, em níveis distintos, a certificação de cultivos sem solo quando atendidos critérios rigorosos de gestão de insumos, rastreabilidade e sustentabilidade (Organic Trade Association, 2020). Esses marcos demonstram que a definição de “orgânico” pode ser orientada por critérios objetivos de desempenho ambiental (ausência de pesticidas sintéticos, rastreabilidade, manejo integrado de pragas, uso responsável de insumos) ao invés de uma dependência exclusiva do substrato físico. Essa experiência comparada fornece um argumento prático para a revisão ou complementação normativa brasileira, sem, contudo, descurar os riscos de diluição do selo.

A análise do conflito normativo deve considerar a forma como a jurisprudência brasileira tem interpretado a proteção ambiental e os limites da atuação estatal. A jurisprudência do

Superior Tribunal de Justiça reafirma que o Direito Ambiental é orientado pelos princípios da prevenção e da precaução, não havendo direito adquirido à degradação ambiental, conforme consolidado na Súmula nº 613 (Brasil, STJ, Súmula 613). Tal entendimento evidencia a centralidade da tutela ambiental no ordenamento jurídico brasileiro.

Por outro lado, o Supremo Tribunal Federal tem afirmado que o exercício do poder de polícia deve observar os princípios da proporcionalidade e da razoabilidade, exigindo que as restrições impostas sejam adequadas, necessárias e proporcionais à finalidade pública pretendida (ADI 3540).

A exigência do “solo vivo” como critério absoluto de certificação orgânica suscita questionamento quanto à sua adequação e necessidade, na medida em que exclui sistemas produtivos que atingem resultados ambientais equivalentes por meios distintos.

Da análise dogmática decorrem três caminhos jurídicos possíveis, o primeiro pela interpretação conformadora pela via jurisprudencial e administrativa onde MAPA e órgãos certificadores poderiam, por meio de instruções normativas ou atos interpretativos, ampliar critérios consideráveis de organicidade que aceitem sistemas sem solo desde que comprovem requisitos equivalentes de sustentabilidade.

O segundo caminho pela alteração legislativa proposta mais estável e transparente, que implicaria reforma ou emenda à Lei nº 10.831/2003 para inserir critérios objetivos e tecnológicos, definindo parâmetros técnicos de certificação para sistemas hidropônicos e aeropônicos e o terceiro por soluções híbridas regulatórias, como a criação de selos complementares ou regimes específicos (ex.: certificação “orgânico urbano” ou “orgânico por critérios”) que preservem a marca “orgânico” convencional ao mesmo tempo que reconheçam formas tecnológicas de produção sustentável.

A interpretação conformadora é mais célere, mas vulnerável a críticas de legalidade estrita e instabilidade regulatória; a alteração legislativa garante legitimidade democrática e segurança jurídica, porém exige articulação política e tempo; soluções híbridas podem conciliar interesses práticos, mas trazem risco de fragmentação do mercado e confusão do consumidor se não forem acompanhadas de critérios e normas de rotulagem claros (Madail *et al.*, 2011; Rocha, 2023). A escolha racional, segundo o princípio da melhor solução técnica-jurídica, é combinar medidas: iniciar por instruções normativas técnicas do MAPA que definam critérios equivalentes rigorosos e simultaneamente abrir processo legislativo para consolidar a mudança com participação social (produtores, consumidores, cientistas, certificadoras).

Tecnicamente, é possível desenhar critérios objetivos que reduzam o risco de “lavagem verde” e assegurem equivalência ambiental entre cultivos com e sem solo. Propostas recorrentes na literatura e no debate prático (Machado; Neves; Braga, 2025; Langendahl *et al.*, 2022) incluem: exigência de rastreabilidade completa; proibição expressa de agrotóxicos sintéticos; controle de origem e composição de soluções nutritivas; auditorias periódicas por certificadoras acreditadas; critérios mínimos de eficiência hídrica e reciclabilidade de água; metas de uso de energia renovável (percentual mínimo); exigência de sistemas fechados e gestão de resíduos; e mecanismos de participação social (SPG) adaptados à realidade urbana. Estes critérios permitem que a avaliação da organicidade seja baseada em performance ambiental e social, e não apenas em um requisito material (solo).

Finalmente, deve-se considerar a dimensão política e de governança: a atualização normativa demanda instrumentos participativos e técnicos, tais como consultas públicas e comitês técnicos interdisciplinares (advocacia, agronomia, economia, consumidores) para subsidiar o MAPA e o legislador com diretrizes claras.

O entrave jurídico originado da exigência do solo vivo é legítimo do ponto de vista histórico e protetivo, mas hoje se revela inadequado para abarcar inovações tecnológicas que, comprovadamente, promovem sustentabilidade. A solução mais prudente e eficaz é dual: a primeira é regulamentar tecnicamente, via instrução normativa e critérios objetivos de equivalência para sistemas sem solo, a segunda é tramitar atualização legislativa para dar estabilidade e legitimidade democrática à nova interpretação.

Assim o Direito pode cumprir seu papel de mediação entre proteção ambiental, segurança do consumidor e inovação tecnológica, alinhando o Brasil às práticas regulatórias internacionais sem comprometer a integridade do selo orgânico.

CONCLUSÃO

O conflito entre fazendas verticais e a legislação brasileira de produção orgânica não decorre de uma incompatibilidade técnica entre os sistemas produtivos, mas de uma incompatibilidade normativa fundada em paradigmas distintos de sustentabilidade. Enquanto o marco legal brasileiro, consolidado pela Lei nº 10.831/2003, ancora o conceito de agricultura orgânica no princípio do solo vivo, as fazendas verticais operam a partir de um paradigma

tecnológico de sustentabilidade, baseado na eficiência no uso de recursos, na produção limpa e no controle ambiental dos sistemas de cultivo.

Historicamente, a centralidade do solo no conceito de agricultura orgânica cumpriu papel essencial na construção da credibilidade do selo orgânico no Brasil, ao associar práticas produtivas à preservação da biodiversidade e ao equilíbrio ecológico. No entanto, o avanço científico e tecnológico das últimas décadas introduziu novas formas de produção agrícola capazes de atingir resultados ambientais equivalentes ou superiores aos sistemas tradicionais, ainda que desvinculadas do uso direto do solo. Nesse contexto, a exigência normativa do solo vivo passou a funcionar como um critério restritivo que impede o reconhecimento de modelos produtivos sustentáveis emergentes, como os sistemas hidropônicos e aeropônicos utilizados nas fazendas verticais.

A agricultura vertical pode contribuir significativamente para a sustentabilidade ambiental e urbana, reduzindo o consumo de água, eliminando o uso de agrotóxicos e aproximando a produção dos centros consumidores. Ainda que existam desafios relevantes, especialmente relacionados ao consumo energético, tais limitações não anulam os benefícios ambientais e sociais do modelo, mas indicam a necessidade de aprimoramentos tecnológicos e de integração com fontes renováveis de energia.

O problema central deixa de ser tecnológico e passa a ser jurídico. O ordenamento brasileiro, ao manter uma interpretação rígida da organicidade vinculada exclusivamente ao solo, corre o risco de desconsiderar práticas inovadoras alinhadas aos próprios objetivos ambientais que motivaram a criação da legislação orgânica. A experiência internacional demonstra que é possível adotar modelos regulatórios mais flexíveis, baseados em critérios objetivos de sustentabilidade e rastreabilidade, sem comprometer a integridade do conceito de produção orgânica. Sustenta-se que a exigência normativa do “solo vivo” constitui critério material desproporcional frente à finalidade ambiental da Lei nº 10.831/2003, ao excluir sistemas produtivos que atingem resultados ambientais equivalentes por meios distintos

Torna-se evidente que o desafio contemporâneo do Direito do Agronegócio não está em escolher entre tradição agroecológica e inovação tecnológica, mas em construir mecanismos normativos capazes de conciliá-las. A atualização do marco regulatório pode ocorrer por meio de interpretações administrativas mais abertas, pela criação de critérios técnicos equivalentes para sistemas sem solo ou, de forma mais estruturante, pela revisão legislativa da Lei nº 10.831/2003, incorporando parâmetros de avaliação baseados em desempenho ambiental.

Por meio da agricultura vertical, a sustentabilidade agrícola pode ser alcançada por diferentes arranjos produtivos, o que exige do Direito uma revisão de seus critérios normativos à luz dos resultados ambientais efetivamente alcançados. A evolução da legislação orgânica brasileira não representa apenas uma adaptação tecnológica, mas uma exigência de coerência jurídica com os próprios fundamentos da sustentabilidade. Ao reconhecer essa pluralidade, o ordenamento jurídico poderá conciliar inovação, proteção ambiental e segurança alimentar de forma mais racional e eficiente.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 24 dez. 2003.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Súmula nº 613**. Não se admite a aplicação da teoria do fato consumado em tema de Direito Ambiental.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 3540**.

ELBARDISY, A. *et al.* Sustainable refurbishment of abandoned urban areas: the case study of former SIAPA area, Galliera – Bologna, Italy. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 863, n. 1, p. 012014, 1 out. 2021.

EMANI, E. D. S. K. R. A Study on Water Use Efficiency and Pollution Control by Hydroponic Technology. **SSRN Electronic Journal**, 2018.

FINATTO, R. A.; EDUARDO, M. F.; KONRAD, J. Espacialização e dinâmica temporal dos Sistemas Orgânicos de Produção Agropecuária no Brasil. **Revista NERA**, v. 27, n. 3, 2024.

LANGENDAHL, P.-A.; TUNBERG, M.; KOKKO, S. **Smart Urban Agriculture**: exploring its development in Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences, 2022. Disponível em: <https://res.slu.se/id/publ/119980>. Acesso em: 10 fev. 2025.

MACHADO, B. S.; NEVES, M. C. R.; BRAGA, M. J. Produção orgânica na agricultura familiar brasileira: o impacto do Pronaf como política de (des)incentivo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 63, p. e293071, 2025.

MADAIL, J. C. M.; BELARMINO, L. C.; BINI, D. A. Evolução da produção e mercado de produtos orgânicos no Brasil e no mundo. 2011. Disponível em: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:109537324>. Acesso em: 13 set. 2025.

MUÑOZ, C. M. G. *et al.* Normativa de produção orgânica no Brasil: a percepção dos agricultores familiares do assentamento da Chapadinha, Sobradinho (DF). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 2, p. 361–376, 2016.

ORGANIC TRADE ASSOCIATION. US-Japan Equivalence Agreement. Disponível em:

<https://www.ota.com/international-trade/trade-agreements/us-japan-equivalence-agreement>. Acesso em: 13 set. 2025.

ROCHA, J. C. S. da. **O que é sustentabilidade**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora Expert, 2023.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. Lei da agricultura orgânica. In: **Prateleira Ambiental**. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/lei-da-agricultura-organica>. Acesso em: 13 set. 2025.

VEIGA, J. E. da. **Sustentabilidade: a legitimação de um novo valor**. 3. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2019.

ZHDANOVA, Y.; DOROKHINA, H. Principles of integrity and harmonization of architectural and spatial solutions for vertical farms. **Current Problems of Architecture and Urban Planning**, n. 68, p. 215–227, 2024.