



Tecnodiversidade e florestas urbanas em Belo Horizonte: estratégia para a adaptação ao contexto urbano

Luciano Goulart de Carvalho Filho

Graduando em Arquitetura e Urbanismo, UFMG, Brasil

glrtluciano@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-8189-8264>

Natacha Silva Araújo Rena

Professora Doutora, UFMG, Brasil

natacharena@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0231-3575>



Tecnodiversidade e florestas urbanas em Belo Horizonte: estratégia para a adaptação ao contexto urbano

RESUMO

Objetivo - fornecer discussão teórica que possa colaborar com a melhoria dos projetos de reflorestamento urbano em Belo Horizonte (Minas Gerais, Brasil), demonstrando o potencial de diversificação de técnicas de plantio para menor tempo de retorno para os serviços ecossistêmicos esperados e melhor eficiência de gastos públicos

Metodologia - Foram analisados distintos métodos de plantio, como o Método Miyawaki, a semeadura direta por muvuca de sementes e o plantio em meia-lua, em comparação com as práticas adotadas no projeto Montes Verdes da Prefeitura de Belo Horizonte.

Originalidade/relevância - A pesquisa destaca a oportunidade de potencializar as florestas urbanas implementadas pelo poder público por meio da tecnodiversidade, considerando a singularidade da transição entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica no território municipal e a necessidade de ampliar as estratégias hoje centradas em espécies atlânticas e método similar à silvicultura.

Resultados - Verificou-se que a adoção de múltiplas técnicas pode reduzir a mortalidade de mudas, minimizar custos de manutenção, aumentar a resiliência dos plantios frente a capins invasores e incêndios, além de acelerar a provisão de serviços ecossistêmicos, como regulação microclimática e sombreamento.

Contribuições teóricas/metodológicas - O estudo reforça o conceito de tecnodiversidade como marco metodológico para os reflorestamentos urbanos, demonstrando que a combinação de técnicas adaptadas ao contexto local amplia a eficiência ecológica e econômica das florestas urbanas.

Contribuições sociais e ambientais - Além dos ganhos ambientais, o trabalho aponta para benefícios sociais relevantes, como a promoção do engajamento comunitário nos processos de plantio e manejo, o fortalecimento da consciência socioambiental e a valorização da diversidade biocultural como o pilar da sustentabilidade urbana.

PALAVRAS-CHAVE: Florestas urbanas. Tecnodiversidade. Reflorestamento.

Technodiversity and urban forests in Belo Horizonte: a strategy for adaptation to the urban context

ABSTRACT

Objective – Provide a theoretical basis for improving urban reforestation projects in Belo Horizonte (Minas Gerais, Brazil), demonstrating the potential of diversifying planting techniques to reduce the time required for the expected ecosystem services to return and to increase public spending efficiency.

Methodology – Different planting methods were analyzed, such as the Miyawaki Method, direct seeding through “muvuca de sementes,” and half-moon planting, in comparison with the practices adopted in the Montes Verdes project by the Belo Horizonte City Hall.

Originality/Relevance – The research highlights the opportunity to strengthen urban forests implemented by the public sector through technodiversity, considering the singularity of the transition between the Cerrado and Atlantic Forest biomes in the municipal territory, as well as the need to expand strategies currently centered on Atlantic species and silviculture-like methods.

Results – It was found that the adoption of multiple techniques can reduce seedling mortality, minimize maintenance costs, increase the resilience of plantations against invasive grasses and fires, and accelerate the provision of ecosystem services such as microclimatic regulation and shading.

Theoretical/Methodological Contributions – The study reinforces the concept of technodiversity as a methodological framework for urban reforestation, showing that combining techniques adapted to the local context increases both the ecological and economic efficiency of urban forests.

Social and Environmental Contributions – In addition to environmental gains, the study points to relevant social benefits, such as fostering community engagement in planting and management processes, strengthening socio-environmental awareness, and valuing biocultural diversity as a pillar of urban sustainability.

KEYWORDS: Urban forests. Technodiversity. Reforestation.



Tecnodiversidad y bosques urbanos en Belo Horizonte: estrategia para la adaptación al contexto urbano

RESUMEN

Objetivo – Proporcionar una base teórica para la mejora de los proyectos de reforestación urbana en Belo Horizonte (Minas Gerais, Brasil), demostrando el potencial de diversificación de técnicas de plantación para reducir el tiempo de retorno de los servicios ecosistémicos esperados y aumentar la eficiencia del gasto público.

Metodología – Se analizaron distintos métodos de plantación, como el Método Miyawaki, la siembra directa mediante “muvuca de semillas” y la plantación en media luna, en comparación con las prácticas adoptadas en el proyecto Montes Verdes de la Alcaldía de Belo Horizonte.

Originalidad/Relevancia – La investigación destaca la oportunidad de potenciar los bosques urbanos implementados por el poder público a través de la tecnodiversidad, considerando la singularidad de la transición entre los biomas Cerrado y Mata Atlántica en el territorio municipal, así como la necesidad de ampliar las estrategias actualmente centradas en especies atlánticas y métodos similares a la silvicultura.

Resultados – Se verificó que la adopción de múltiples técnicas puede reducir la mortalidad de plántulas, minimizar los costos de mantenimiento, aumentar la resiliencia de las plantaciones frente a pastos invasores e incendios, además de acelerar la provisión de servicios ecosistémicos como la regulación microclimática y la generación de sombra.

Contribuciones Teóricas/Metodológicas – El estudio refuerza el concepto de tecnodiversidad como marco metodológico para la reforestación urbana, demostrando que la combinación de técnicas adaptadas al contexto local amplía la eficiencia ecológica y económica de los bosques urbanos.

Contribuciones Sociales y Ambientales – Además de las ganancias ambientales, el trabajo señala beneficios sociales relevantes, como la promoción de la participación comunitaria en los procesos de plantación y manejo, el fortalecimiento de la conciencia socioambiental y la valorización de la diversidad biocultural como pilar de la sostenibilidad urbana.

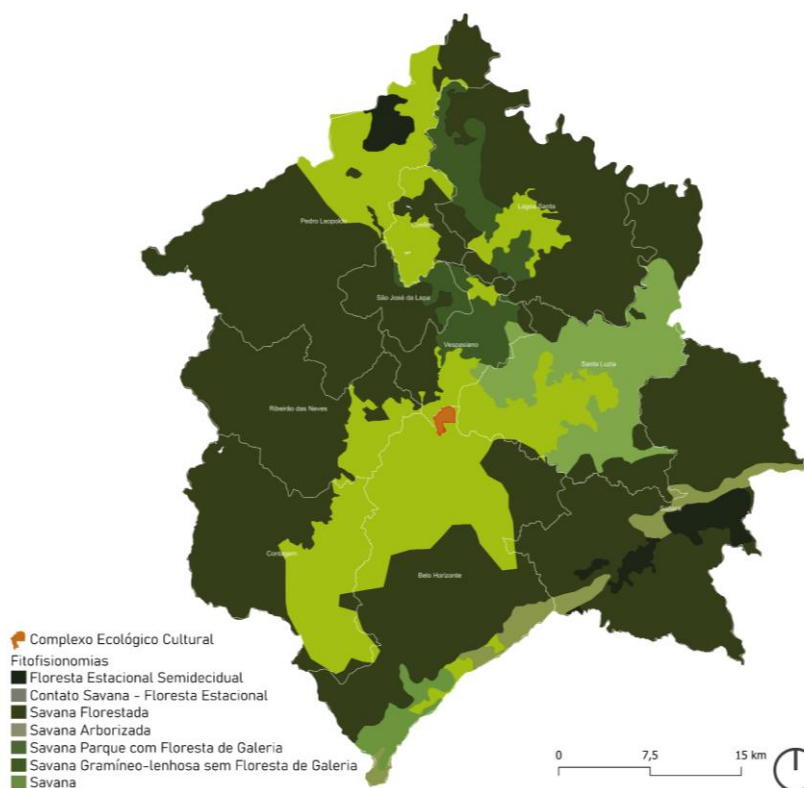
PALABRAS CLAVE: Bosques urbanos. Tecnodiversidad. Reforestación.

1 INTRODUÇÃO

O Grupo de Pesquisa Geopolítica e Planejamento Territorial (GeoPT) da Escola de Arquitetura da UFMG investiga, entre outras temáticas, a ecocivilização e a tecnodiversidade como caminhos para repensar a relação entre sociedade e natureza. Esses conceitos oferecem subsídios para enriquecer as estratégias de adaptação climática nas cidades brasileiras, especialmente por meio da restauração ambiental e do reflorestamento urbano, essenciais à resiliência socioambiental (Shannon et al, 2023). Neste sentido, o presente trabalho visa articular as iniciativas de reflorestamento urbano em Belo Horizonte aos conceitos supracitados.

Belo Horizonte está localizada em uma região de ecótono, que se caracteriza pela transição entre biomas. No caso da capital mineira, os biomas em transição são a Mata Atlântica e o Cerrado, com maior predomínio das fitofisionomias características deste último. A mistura de paisagens e ecossistemas faz com que o município abrigue alta diversidade de plantas características de Campo Rupestre, savanas estépicas e Florestas Estacionais Semidecíduais. Com o intenso processo de urbanização ao longo do século XX e a degradação do ambiente natural, em contexto de mudanças climáticas, se faz necessário a adequação e a reinserção de elementos naturais na malha urbana como adaptação e mitigação dos impactos das alterações do clima para os dois milhões e meio de habitantes no município.

Figura 1 – Fitofisionomias características de Belo Horizonte.



Fonte: elaborado pelos autores com base em dados georreferenciados da plataforma BHMMap e IBGE.

Projetos de reflorestamento urbano são ainda incipientes no Brasil, embora o país abrigue a maior floresta urbana do mundo - a Floresta da Tijuca - que foi inteiramente



reflorestada a partir de ações ainda no período do império. A Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) e a Fundação Municipal de Parques e Zoobotânica (FMPZB) têm desenvolvido ações similares, embora ainda em estágio inicial, como o projeto Montes Verdes, que visa reflorestar áreas degradadas na cidade. Em Belo Horizonte, projetos desse escopo enfrentam desafios adversos como a perda de mudas arbóreas por depredação, manutenção insuficiente, bem como pelo descompasso entre a diversidade de técnicas de plantio e de espécies utilizadas e a riqueza pedológica e paisagística da cidade.

Embora já bem estruturado e concomitante aos conceitos da Ecocivilização chinesa - o plantio comunitário por exemplo, também aplicado por Xi Jinping nos reflorestamentos chineses (GOULART e RENA, 2025) - o Montes Verdes carece de técnicas plurais que possam permitir dinamismo estratégico frente aos desafios para o adequado desenvolvimento das florestas. A seguir, são apresentados os dados, análises e estratégias diversas para o enriquecimento dessas ações.

2 OBJETIVOS E METODOLOGIA

O objetivo geral do presente trabalho é analisar as potencialidades da tecnodiversidade como uma estratégia de aprimoramento e enriquecimento dos reflorestamentos urbanos em Belo Horizonte apoiados pela Prefeitura Municipal, tendo como base a atuação do projeto Montes Verdes. Espera-se contribuir com reflexões críticas para acelerar o tempo de retomo dos serviços ecossistêmicos esperados com esses plantios e potencializar a adaptação climática do município. Além disso, espera-se fornecer base teórica e metodológica para estudos futuros mais aplicados à viabilidade de aplicação dessas técnicas no reflorestamento do município de estudo.

A metodologia foi dividida na análise documental e comparativa entre as técnicas de plantio presentes nas ações em curso na cidade de Belo Horizonte com apoio da Prefeitura e métodos alternativos, considerando indicadores ecológicos e sociais extraídos de relatórios oficiais e literatura científica.

2.1 Fundamentação teórica: Tecnodiversidade e Ecocivilização

O conceito da Ecocivilização remonta à filosofia confucionista chinesa e pauta o desenvolvimento econômico e social atrelado à natureza, se beneficiando dela ao mesmo tempo em que também lhe proporciona benefícios - conceito este familiar à Agenda 2030 da ONU. Para tanto, o conceito da Tecnodiversidade, do filósofo chinês Yuk Hui (2020), ressalta a incoerência na aplicação única de uma ciência iluminista ocidental para as mais distintas situações e defende a valorização de saberes e metodologias diversas e regionalizadas para o desenvolvimento sustentável (GOULART e RENA, 2025). Ambos os ideais estão muito presentes nas políticas chinesas de reflorestamento e adaptação climática, como se verá a seguir, e contribuíram para que aquele país alcançasse as maiores marcas de reflorestamento no mundo (Goulart et Rena, 2025).

A história do reflorestamento chinês é marcada por um erro inicial cometido na década de 1970 no qual foi priorizada uma técnica do Higienismo Florestal Alemão, semelhante à



silvicultura, com plantio de poucas ou apenas uma espécie arbórea voltada para a exploração comercial de madeira, associada à ocupação territorial estratégica. Infestação de insetos, catalisada pela pouca diversidade genética das populações, e a baixa taxa de desenvolvimento das mudas acarretaram na perda de 120 mil hectares de plantio (GOULART e RENA, 2025). Desde então a China aplica uma diversidade de técnicas que permitem o plantio de árvores mesmo em regiões desérticas. No entanto, a transposição direta dessas práticas no contexto brasileiro é limitada e criteriosa. A China dispõe de estrutura estatal centralizada e alta capacidade de mobilização em larga escala. Belo Horizonte, por sua vez, atua em rede com comunidades locais e voluntários, quase sempre no papel de incentivar e não de promover as ações. Assim, a tecnodiversidade aqui proposta deve ser pensada para o contexto do país e especialmente para a capital mineira, uma vez que ela deve intensificar as técnicas já em aplicação mas, principalmente, incentivar e valorizar outras técnicas - como as que serão apresentadas adiante - concomitantes ao processo de reflorestamento urbano.

No contexto urbano de Belo Horizonte, é possível perceber a pouca diversidade das estratégias de plantio refletidas no pouco desenvolvimento das florestas urbanas que começaram a ser plantadas em 2017. Atualmente pouco é percebido na paisagem de modo sistêmico e as áreas de intervenção sofrem periodicamente com os incêndios criminosos e com a depredação. A aplicação desses conceitos aos plantios na capital mineira permite compreender os reflorestamentos urbanos não somente como compensação ambiental, mas também como uma estratégia de abertura cultural - e potencialmente econômica e diplomática - à China, associada à recuperação de saberes e técnicas tradicionais do próprio Brasil. Essa abertura cultural é reforçada pelo fato de que Minas Gerais foi responsável por um terço de todo o capital chinês investido no Brasil em 2023 (Ibrachina, 2024). Neste sentido, faz-se importante estabelecer oportunidades de aplicar em políticas municipais brasileiras metodologias e técnicas aplicadas por políticas chinesas, de modo que proporcione a familiarização das técnicas orientais ao público brasileiro.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 Os reflorestamentos urbanos de Belo Horizonte

Os primeiros esforços de reflorestamento na cidade se iniciaram a partir de 1960, com a arborização intensiva do Campus Pampulha da UFMG e na requalificação do Parque das Mangabeiras, embora tenham envolvido diferentes esferas do poder público. O primeiro exemplo é emblemático por ter formado uma vegetação semelhante à fisionomia de Floresta Estacional Semidecidual (FES) em área onde anteriormente predominavam vegetações savânicas. Apesar desses esforços, os projetos viários e de parcelamento da segunda metade do século XX continuaram a criar áreas residuais na paisagem urbana.

Periodicamente, sobretudo durante o período chuvoso, a PBH realiza ações de plantio de mudas em áreas degradadas do município, focadas na compensação de grandes eventos culturais sediados na cidade e com a participação de organizadores de grandes eventos culturais que ocorrem na cidade periodicamente. Também neste período, plantios são feitos em parceria a diversos movimentos sociais de foco socioambiental tanto pela PBH quanto por iniciativas de vereadores.



Um expoente programa de reflorestamento municipal é o Montes Verdes, criado em 2017 por iniciativa voluntária de servidores da Secretaria de Meio Ambiente e oficializado por meio da PORTARIA SMMA Nº 14/2021, que instituiu o grupo de trabalho para apoiar o projeto. A portaria estabelece o uso de recursos humanos da própria Prefeitura e também advindos de doações por compensação ambiental, além da articulação com outras entidades para a produção de mudas de espécies da Mata Atlântica. Não são mencionadas espécies de Cerrado, problema também visto em São Paulo, onde a baixa presença de espécies do bioma compromete a viabilidade dos plantios (Costa et al, 2024). O projeto conta com uma equipe intersetorial das Secretarias de Meio Ambiente e Obras, embora o papel desta segunda não seja muito claro. A tomada de decisões sobre os plantios seguem critérios de prioridade ambiental e disponibilidade de recursos de compensação, o que evidencia o caráter inovador e as limitações operacionais do programa. O que se sobressai dessa análise é o fato de que o maior programa de reflorestamento municipal, na verdade, é de iniciativa pessoal dos servidores públicos que, pela proximidade e relevância da proposta com o contexto político, conseguiram o apoio logístico do processo.

Figura 2 – organograma do projeto Montes Verdes



Fonte: cedido pela Prefeitura de Belo Horizonte (s/d).

Inspirado nas ações de reflorestamento na Floresta da Tijuca, o projeto Montes Verdes é o principal programa de reconversão de áreas degradadas da PBH. Até 2025, o programa registra a marca de 40 mil mudas plantadas por meio de recursos municipais e de entidades privadas por compensação ambiental por licenciamento (PBH, 2025). As ações envolvem a

participação comunitária local, focada nos bairros Engenho Nogueira e outros da Regional Pampulha, focadas em árvores de Mata Atlântica e frutíferas, embora não esteja disponível online o catálogo das espécies. Apesar de ainda embrionário, de caráter voluntário, e em fase de estudo de viabilidade para replicação (PBH, 2023), o Montes Verdes esbarra na técnica do Higienismo Florestal Alemão - embora mais biodiverso - ao realizar plantios em linha de espécies por vezes pouco adaptadas ao local exato do plantio e que potencialmente são afetadas pela invasão de capins e Leucenas (Gusson et al, 2022). A PBH destaca as ações de manejo e prevenção de incêndios - como a roçada dos capins -, o que explicita a preocupação com os resultados efetivos do projeto (PBH, 2025), e deixa margem para a inclusão de outras técnicas que podem ser benéficas e potencializadoras dos efeitos dos serviços ecossistêmicos prestados por estas florestas plantada

Figura 3 – plantio do projeto Montes Verdes



Fonte: Prefeitura de Belo Horizonte (2023).

De modo geral, o reflorestamento urbano em Belo Horizonte enfrenta limitações institucionais como a ausência de um orçamento permanente, a dependência de mão-de-obra voluntária e também a escassez de dados qualitativos sobre os efeitos práticos desses esforços. Somado a isso, a dificuldade de integrar a gestão e o planejamento das áreas públicas resulta em iniciativas diluídas e pouco monitoradas. Por exemplo, não há menções a outras Secretarias municipais nessas ações, o que evidencia a ausência de articulação entre políticas socioeconômicas com pessoas em situação de vulnerabilidade e na equalização de questões fundiárias com a destinação de áreas para reconversão e reflorestamento. Todos esses desafios acima apresentados demandam uma abordagem transdisciplinar, flexível e que seja mais alinhada à lógica da tecnodiversidade. Além disso, a dependência dessas poucas técnicas reflete a persistência de uma lógica monocultural e burocrática, incompatível com o ideal da tecnodiversidade. Tais questões aqui apresentadas representam um grande desafio a uma política eficaz de Florestas Urbanas no município.



Com base nesse panorama geral, faz-se importante apresentar técnicas distintas e pouco usuais na cidade que, combinadas ou não, podem diversificar os plantios, aplicar o reflorestamento local da lógica da tecnodiversidade e acelerar o estabelecimento de florestas urbanas em Belo Horizonte.

2.2 O problema dos capins: o desafio das florestas urbanas de Belo Horizonte

Por ser uma cidade de predomínio do bioma Cerrado, Belo Horizonte apresenta um clima e uma diversidade pedológica que favorecem o crescimento de capins. No entanto, embora o bioma possua aproximadamente 600 espécies nativas de capins ([G1, 2022](#)), atualmente em ambiente urbano são encontrados majoritariamente capins africanos invasores que foram trazidos ao Brasil para fins agropecuários ao longo dos séculos (Rossi et al, 2014). Os capins exóticos e invasores como a Braquiária (*Brachiaria sp.*), Capim Gordura (*Melinis minutiflora*) e Capim Colônia (*Panicum maximum*) constituem um dos principais problemas ao estabelecimento de florestas urbanas no município. Por crescerem rapidamente, os capins ofuscam as mudas arbóreas na visão dos profissionais de capina, que utilizam de roçadeiras mecânicas com fio de nylon para realizar a poda dessas gramíneas e acidentalmente danificam a base dos troncos das mudas, dificultando o crescimento destas. Além desse fator, os capins se alastram rapidamente, crescem em touceiras e formam sistema radicular ramificado que pode inibir o desenvolvimento das raízes arbóreas nos estágios iniciais pós-plantio das mudas. Por último, os capins exóticos, não adaptados ao fogo, formam biomassa densa que, quando se ca, serve de combustível por mais tempo que os capins nativos, que são relativamente menores e com biomassa menos densa (Tomat-Kelly, 2021). Neste sentido, na ocorrência de incêndios naturais ou criminosos, o fogo persiste por mais tempo e danifica um número maior de mudas arbóreas, inviabilizando boa parte do trabalho e investimento realizado pelos órgãos públicos e pelos voluntários do projeto.

2.3 Projeto Montes Verdes como abertura à Tecnodiversidade

As ações coletivas de plantio por meio do projeto Montes Verdes - com participação da população do entorno e preparação das condições físicas do local e coordenação dos eventos por órgãos da PBH -, associadas ao trabalho de manejo e prevenção de incêndios, sinalizam abertura institucional à estratégias que possam auxiliar na mitigação de riscos e potencialização dos resultados (PBH, 2025). Neste sentido, o conceito da Tecnodiversidade se mostra frutífero ao projeto - e ao reflorestamento urbano em BH como um todo - que, embora em desenvolvimento há 8 anos e lidando com diversos desafios e mão de obra voluntária, já apresenta resultados visíveis na área de intervenção inicial.



Figura 4 – antes e depois da área de operação inicial do Montes Verdes no Parque Fernando Sabino

Área Verde Serra do Engenho Nogueira I



2015



2024

Fonte: elaborado pelos autores com base em dados do Google Earth e da PBH.

3 TÉCNICAS DE APLICAÇÃO POSSÍVEL EM BELO HORIZONTE

Com o intuito de enriquecer a paisagem, a biodiversidade e os efeitos da adaptação climática do município, se faz importante propôr alternativas de plantio e manejo de florestas aplicáveis ao contexto bioclimático e político de Belo Horizonte. Os métodos aqui apresentados são referências por incentivarem a rápida adaptação e crescimento das florestas, o que diminui expressivamente os riscos de invasões biológicas e dano por fogo.

A primeira das técnicas é chamada de Método Miyawaki, criada pelo botânico japonês Akira Miyawaki, que incentiva o plantio adensado de mudas arbóreas, com riqueza de espécies, de modo a simular o desenvolvimento natural das florestas. O método pode aumentar em até 10 vezes a velocidade de crescimento das árvores (Akram et al, 2025). Para tanto, o método rompe com o tradicional sistema de monocultura com espaçamento equidistante entre as mudas e cria um ecossistema funcional em um período de tempo bastante reduzido. O método é apontado como uma alternativa fundamental para as cidades do mundo que desejem rápida resposta aos eventos climáticos.



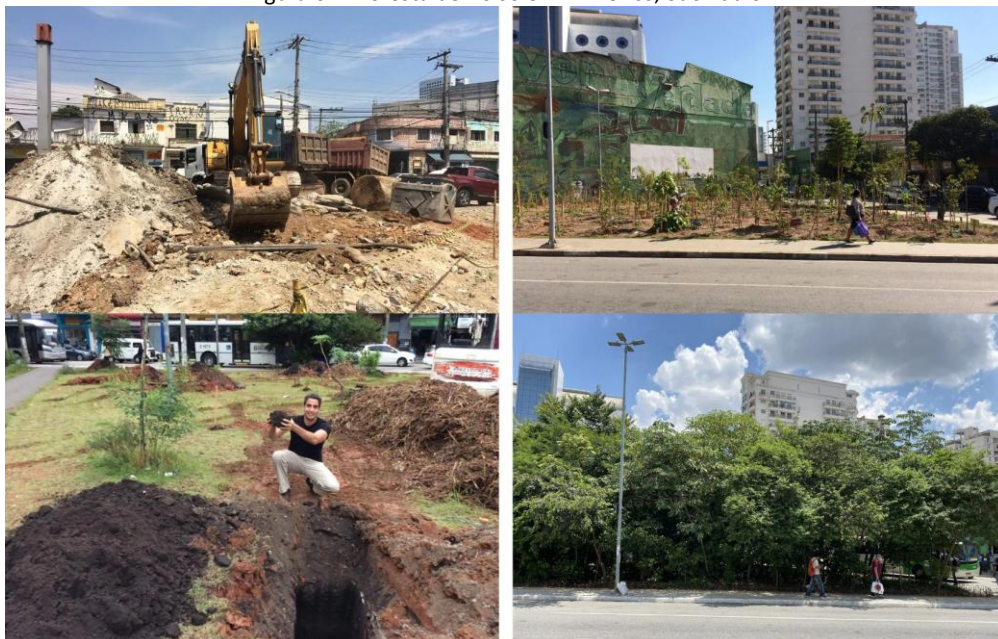
Figura 5 – resultado de cinco anos da aplicação do método Miyawaki em Beirute, Líbano.



Fonte: Sugi Pocket Forest [s/d].

Técnica similar foi aplicada na Floresta de Bolso do Largo da Batata, no bairro Pinheiros, em São Paulo, de autoria do paisagista e botânico Ricardo Cardim. Importa ainda destacar que no exemplo paulistano houveram tratores revirando o solo, que havia passado anos cimentado sob um antigo posto de gasolina, de modo a descompactá-lo, além da adição de substrato adequado. O processo é visto na Figura 6. Com base nessa experiência, evidencia-se a necessidade de realizar a melhoria da qualidade do solo - descompactando, aerando e adubando o substrato - não somente quando da aplicação do método Miyawaki, mas mesmo no método atualmente utilizado - o plantio similar à silvicultura. A recuperação das boas condições do solo promovem maior crescimento e menos perda de mudas plantadas independente do método. No entanto, o Miyawaki se destaca pela alta diversidade de espécies e rápido impacto visual, o que o torna ideal para áreas-piloto e espaços com grande visibilidade do público.

Figura 6 – Floresta de Bolso em Pinheiros, São Paulo



Fonte: Ricardo Cardim, 2017.

O plantio em meia-lua é um método que tem sido difundido nos reflorestamentos em climas áridos e semiáridos, sobretudo na Grande Muralha Verde, na África (XINHUA, 2023). O grande diferencial da técnica é que o corte do terreno - um semicírculo abaixo do nível do solo e com desnível em direção à parte côncava - permite o acúmulo de água no período chuvoso, aumentando a disponibilidade hídrica para as mudas que são plantadas dentro do canteiro semicircular, o que melhora a qualidade do solo e promove melhores condições de crescimento às plantas. Uma vez implementada, a técnica cria na paisagem pequenos núcleos de vegetação que melhoram o microclima local, prestam serviços ecossistêmicos fundamentais para o entorno imediato e facilitam a continuidade do reflorestamento nos espaços entre os núcleos, cumprindo o objetivo de reflorestar toda a paisagem desejada. Em síntese, os plantios em meia-lua aplicados no deserto constituem uma alternativa aos desafios das florestas urbanas em Belo Horizonte. Por ser uma técnica estrutural e não botânica, os canteiros em meia lua podem receber os plantios tanto no método tradicional quanto nos outros dois aqui expostos - Muvuca e Miyawaki -, funcionando bem para conter os desafios comuns às áreas como a invasão de capins e leucenas. É ideal para áreas maiores, não muito íngremes e a descompactação do solo pode ser feita manualmente, dispensando o uso de maquinário pesado.



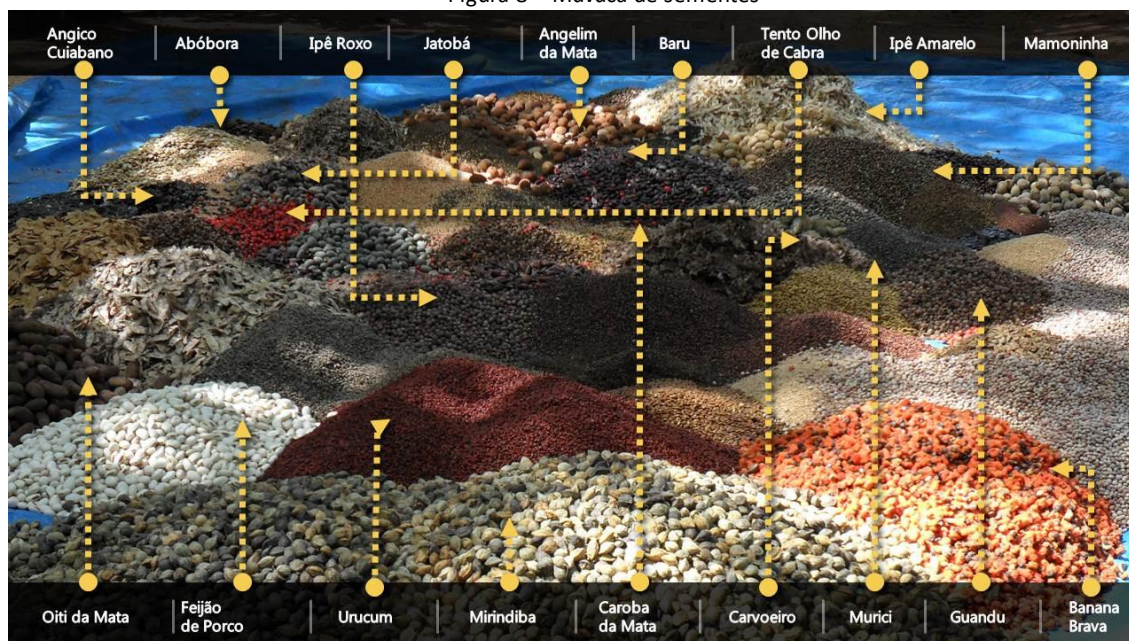
Figura 7 – plantio em “meia lua” na Grande Muralha Verde Africana, Nigéria.



Fonte: XINHUA, 2023.

A muvuca de sementes é um sistema utilizado para a restauração de áreas de cerrado e benéfico para a dispersão de espécies de capins ao simular o desenvolvimento natural dessas plantas. No Brasil, comunidades do interior do Goiás, por meio da Rede de Sementes do Cerrado, realizam a coleta comercial de sementes de espécies nativas da região que são posteriormente misturadas a substratos apropriados. Essa mistura é, posteriormente, lançada no solo pré-preparado da área que se deseja restaurar, ou depositada em canteiros escalonados conforme a topografia. A preparação do solo em áreas urbanas consistiria na remoção da camada mais superficial do solo, de modo a eliminar sementes e plântulas das espécies invasoras. Essa técnica é de fundamental aplicação no contexto de Belo Horizonte, uma vez que permite a competição das espécies nativas de capins com as Leucenas e com os capins exóticos e invasores, auxiliando não somente no reflorestamento, mas também no combate às invasões biológicas.

Figura 8 – Muvuca de sementes



Fonte: Iniciativa Verde, 2025.



Figura 9 – floresta formada por muvuca de sementes



Fonte: Iniciativa Verde, 2025.

O conjunto das técnicas aqui apresentadas podem não substituir a técnica já utilizada pelos plantios em Belo Horizonte, mas fortalecer a difusão das florestas urbanas pelo município. Ao invés de realizar plantios homogêneos em áreas de grande extensão territorial, pode-se focar em pequenos núcleos bastante adensados e dispersos por toda área de interesse, que logo permitam o sombreamento de espécies exóticas - contribuindo para a erradicação dessas espécies indesejadas -, o acúmulo de matéria orgânica e água da chuva. Uma vez estabelecidos, esses núcleos podem permitir maior segurança no plantio de árvores entre os núcleos. Além disso, as técnicas também se adequam melhor à diversidade de fitofisionomias, contribuindo também para a restauração de paisagens savânicas e com árvores de Cerrado pela semeadura direta em linhas de relevo ou nos próprios canteiros semicirculares, que podem formar barreiras à dispersão de capins exóticos e reduzir os efeitos danosos dos incêndios. Em estudos futuros, pode-se avaliar as dificuldades logísticas na aplicação dessas técnicas alternativas, uma vez que podem necessitar de insumos adicionais como o uso de maquinário ou cercamento de áreas.

4 CONCLUSÕES

O presente estudo buscou evidenciar o potencial da tecnodiversidade como estratégia de fortalecimento dos reflorestamentos urbanos em Belo Horizonte, cidade marcada pela transição dos biomas Cerrado e Mata Atlântica e pela urgência de adaptação às mudanças climáticas. O estudo demonstrou que o projeto Montes Verdes, ainda que tenha avançado em escala e mobilizado a comunidade local, apresenta limites metodológicos que comprometem a efetividade dos plantios, sobretudo pela predominância de técnicas tradicionais de silvicultura em linha e pela restrição de espécies ao domínio atlântico, . Nesse sentido, a introdução de



técnicas diversas - como o Método Miyawaki, o plantio em meia-lua e a muvuca de sementes - representa não apenas um enriquecimento ecossistêmico, mas também a possibilidade de redução dos custos de manutenção, aumento da taxa de sobrevivência das mudas e potencialização dos serviços ecossistêmicos, como regulação microclimática, sequestro de carbono e controle de espécies invasoras (Zhang et al, 2022).

Além do impacto ambiental, a tecnodiversidade se mostra como caminho para integrar saberes e práticas regionais, valorizando tanto o conhecimento científico quanto as tradições locais de manejo (Pramova et al, 2012). Essa abordagem amplia a resiliência dos reflorestamentos urbanos ao reconhecer a pluralidade de paisagens da cidade e se alinha às discussões contemporâneas da ecocivilização, que entendem a relação sociedade-natureza de forma cooperativa e não apenas instrumental. No caso específico de Belo Horizonte, a diversidade de fitofisionomias exige soluções múltiplas, capazes de restaurar desde ambientes savânicos até florestais, reforçando a importância de incorporar espécies nativas do Cerrado e de manejar adequadamente os capins invasores que comprometem os plantios.

Conclui-se, portanto, que a aplicação da lógica da tecnodiversidade nos programas de reflorestamento urbano representa uma oportunidade de reconciliação de Belo Horizonte com suas características de um ecótono, fortalecendo o papel das matas urbanas como infraestrutura para a qualidade de vida dos habitantes frente aos desafios climáticos em curso. Além dos benefícios diretos, também se abre um horizonte de inovação metodológica, engajamento comunitário e integração de políticas públicas voltadas à sustentabilidade. Como perspectiva futura, recomenda-se que novos estudos aprofundem a avaliação comparativa entre técnicas em contextos urbanos brasileiros, gerando indicadores mensuráveis de sucesso e subsidiando decisões de planejamento mais assertivas.

5 REFERÊNCIAS

AKRAM, M. T.; KHAN, M. M.; NABI, T.; QADRI, R.; AL-MASKRI, A.; KHAN, M. A. **Miyawaki technique for sustainable urban greening and ecological restoration: a review**. CAB Reviews, Wallingford, v. 20, n. 28, 2025. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabreviews.2025.0028>. Acesso em: 10 de setembro de 2025.

CORTEZ, Samuel. **Muvuca de sementes: técnica ancestral que vem transformando a restauração ecológica**. São Paulo: Iniciativa Verde, 28 jan. 2025. Disponível em: <https://iniciativaverde.org.br/noticias/muvuca-artigo>. Acesso em: 7 de setembro de 2025.

COSTA, M. L. M.; SIQUEIRA, L. P.; FERRAZ, S. F. de B.; et al. **Future trends for biodiversity in urban afforestation of São Paulo, Brazil: insights for the restoration decade**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 34, n. 2, e80371, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/n3tX47Tf8xr6d6Hqr3Qy5NR/>. Acesso em: 10 de setembro de 2025.

GUSSEON, A. E.; COSTA, A. H. R.; COUTO, E. V. **Functional connectivity supported by forest conservation in urban sprawl landscape in São Paulo, Brazil**. GeoJournal, Cham, v. 88, p. 4079-4096, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10708-022-10789-z>. Acesso em: 10 de setembro de 2025.

IBRACHINA. **“Minas Gerais recebeu um terço dos investimentos da China no Brasil em 2023”**. Ibrachina, 13 set. 2024. Disponível em: <https://ibrachina.com.br/minas-gerais-recebeu-um-terco-dos-investimentos-da-china-no-brasil-em-2023/>. Acesso em: 08 out. 2025.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Mutirão revitaliza o Parque Fernando Sabino, área verde na Serra do Engenho Nogueira**. Belo Horizonte: Portal PBH, 02 set. 2023. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/mutirao->



revitaliza-o-parque-fernando-sabino-area-verde-na-serra-do-engenho-nogueira. Acesso em: 7 de setembro de 2025.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Projeto de recuperação de áreas verdes da PBH já plantou 30 mil novas árvores.** Belo Horizonte: Portal PBH, 20 jul. 2023. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/projeto-de-recuperacao-de-areas-verdes-da-pbh-ja-plantou-30-mil-novas-arvores>. Acesso em: 30 de agosto de 2025.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Projeto Montes Verdes.** Belo Horizonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente, PBH, 2018-2025. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/meio-ambiente/projeto-montes-verdes>. Acesso em: 30 de agosto de 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Portaria SMMA nº 14, de 1º de setembro de 2021. Institui Grupo de Trabalho para apoiar o Projeto Montes Verdes.** Diário Oficial do Município de Belo Horizonte, Belo Horizonte, ano XXVII, n. 6346, 1ª ed., 03 set. 2021. Disponível em: <https://dom-web.pbh.gov.br/visualizacao/ato/1813>. Acesso em: 7 de setembro de 2025.

PRAMOVA, E.; LOCATELLI, B.; DJOUDI, H.; SOMORIN, O. **Forests and trees for social adaptation to climate variability and change.** WIREs Climate Change, Hoboken, v. 3, n. 6, p. 581-596, 2012. Disponível em: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wcc.195>. Acesso em: 10 de setembro de 2025.

ROSSI, Rafael Drumond; MARTINS, Carlos Romero; VIANA, Pedro Lage; RODRIGUES, Evandro Luís; FIGUEIRA, José Eugênio Côrtes. **Impact of invasion by molasses grass (*Melinis minutiflora* P. Beauv.) on native species and on fires in areas of campo-cerrado in Brazil.** Acta Botanica Brasílica, Belo Horizonte, v. 28, n. 4, p. 631-637, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/4zfr3pmWyWhtGjp9wy7WW6n/?lang=en>. Acesso em: 10 de setembro de 2025.

SHANNON, K.; CAVALIERI, C.; KONIJNENDIJK, C. **Urban forests, forest urbanisms and global warming: developing greener, cooler and more resilient and adaptable cities.** Journal of Landscape Architecture, Abingdon, v. 18, n. 1, p. 64-71, 2023. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/18626033.2023.2258720>. Acesso em: 10 de setembro de 2025.

SUGI PROJECT. **The Miyawaki Method for Creating Forests.** [s.l.]: SUGI, 15 jul. 2024. Disponível em: <https://www.sugiproject.com/blog/miyawaki-method-for-creating-forests>. Acesso em: 30 de agosto de 2025.

TOMAT-KELLY, G.; DILLON, W.; FLORY, L. **Invasive grass fuel loads suppress native species by increasing fire intensity and soil heating.** Journal of Applied Ecology, Oxford, v. 58, n. 5, p. 1080-1092, 2021. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2664.13881>. Acesso em: 10 de setembro de 2025.

XINHUA PORTUGUÊS. **Projeto apoiado pela China ajuda a Nigéria a construir “muro verde” contra a desertificação.** Beijing: Xinhua, 16 jun. 2023. Disponível em: <https://portuguese.xinhuanet.com/20230616/e2bbe880e7c44a4da9d6a992c9c66c5f/c.html>. Acesso em: 7 de setembro de 2025.

ZHANG, Y.; ZHOU, W.; PICKETT, S. T. A.; CILLEROS, K.; LI, W. **Ecological functions and human benefits of urban forests: a review.** Urban Forestry & Urban Greening, Amsterdam, v. 75, p. 127747, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866722002503>. Acesso em: 10 de setembro de 2025.



DECLARAÇÕES

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Ao descrever a participação de cada autor no manuscrito, utilize os seguintes critérios:

- **Concepção e Design do Estudo:** Luciano Goulart e Natacha Rena.
- **Curadoria de Dados:** Luciano Goulart.
- **Análise Formal:** Luciano Goulart e Natacha Rena
- **Aquisição de Financiamento:** Não se aplica.
- **Investigação:** Luciano Goulart.
- **Metodologia:** Luciano Goulart e Natacha Rena.
- **Redação - Rascunho Inicial:** Luciano Goulart.
- **Redação - Revisão Crítica:** Natacha Rena.
- **Revisão e Edição Final:** Natacha Rena.
- **Supervisão:** Natacha Rena.

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Nós, **Luciano Goulart de Carvalho Filho e Natacha Silva de Araújo Rena**, declaro(amos) que o manuscrito intitulado "**Tecnodiversidade e florestas urbanas em Belo Horizonte: estratégia para a adaptação ao contexto urbano**":

1. **Vínculos Financeiros:** Não possui vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho.
 2. **Relações Profissionais:** Não possui relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados.
 3. **Conflitos Pessoais:** Não possui conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito.
-