

Sistema de Apoio à Tomada de Decisão na cadeia da restauração florestal no Brasil

Decision-Making Support System in the Forest Restoration Chain in Brazil

Rafael Maick dos Santos

Graduando em Engenharia Florestal, Núcleo de Estudos, Pesquisa e Extensão em Planejamento e Manejo da Paisagem Florestal; Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
<https://orcid.org/0009-0008-0200-9902>
rafaelmaick1996@ufu.br

Luciano Cavalcante de Jesus França

Professor Adjunto do Curso de Engenharia Florestal, Núcleo de Estudos, Pesquisa e Extensão em Planejamento e Manejo da Paisagem Florestal; Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
<https://orcid.org/0000-0002-8885-972X>
luciano.franca@ufu.br

Michele da Costa Santos

Gerente técnica, Brandt Meio Ambiente LTDA
<https://orcid.org/0009-0000-0656-0584>
msantos@brandt.com.br

Diego Soares Lara

Diretor de Mercado e Produto, Brandt Meio Ambiente LTDA
<https://orcid.org/0009-0002-1697-6430>
dlara@brandt.com.br

Allan Christian Brandt

Diretor de Gestão e Suporte Operacional, Brandt Meio Ambiente LTDA
<https://orcid.org/0009-0006-0421-0613>
abrandt@brandt.com.br

Vicente Toledo Machado de Moraes Junior

Professor Adjunto do Curso de Engenharia Florestal, Núcleo de Estudos, Pesquisa e Extensão em Planejamento e Manejo da Paisagem Florestal; Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
<https://orcid.org/0000-0001-5227-1951>
vicente.morais@ufu.br

Resumo

Entre os principais compromissos assumidos pelo Brasil na Conferência das Partes (COP-21) na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças do Clima (UNFCCC) e reforçado na COPs seguintes, destaca-se o desafio de reflorestar 12 milhões de hectares de florestas nativas até 2030. A disponibilidade de dados públicos para apoiar a restauração florestal torna-se uma premissa esperada para o planejamento de áreas prioritárias. Com essa abordagem, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento de dados para apoiar a restauração florestal no Brasil e em paralelo a implementação de um banco de dados online, nomeadamente um WebGIS de acesso público e auto-instrutivo em escala nacional para apoiar na cadeia da restauração florestal brasileira. Metodologicamente, realizou-se levantamentos de dados em sistemas públicos, relatórios técnicos, websites e plataformas oficiais do governo e privados, ONGs, matérias jornalísticas e plataformas de mídias sociais, coletando-se os metadados: (i) viveiros florestais, (ii) plantios de restauração por plantio, (iii) coletores de sementes, (iv) redes de sementes e (v) centros de pesquisas em mudas e sementes florestais. Foram levantados na escala de país 1.265 registros de iniciativas e suporte à restauração, dentre eles total de 782 viveiros florestais, 293 iniciativas de restauração por plantio, 71 coletores de sementes, 25 redes de sementes e 94 centros de pesquisa em sementes e mudas florestais. Um Sistema de Apoio à Tomada de Decisão em módulo WebGIS foi implementado para facilitar e disponibilizar a geovisualização e a distribuição destas informações, de maneira a apoiar diferentes atores da sociedade no planejamento ambiental, políticas públicas e pesquisas acadêmicas, preenchendo significativamente as principais lacunas referentes às estratégias de restauração e fortalecimento de toda a cadeia de restauração no Brasil.

Palavras-chave: Planejamento ambiental; Restauração florestal; Geotecnologias; Viveiros florestais; Redes de sementes; Acordo de Paris

Abstract

Among the main commitments made by Brazil at the Conference of the Parties (COP-21) to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), and reinforced at subsequent COPs, is the challenge of reforesting 12 million hectares of native forests by 2030. The availability of public data to support forest restoration is an anticipated requirement for planning priority areas. With this approach, the objective of this work was to conduct a data survey to support forest restoration in Brazil and, in parallel, implement an online database, namely a publicly accessible, self-instructional WebGIS on a national scale, to support the Brazilian forest restoration chain. Methodologically, data surveys were conducted in public systems, technical reports, official government and private websites and platforms, NGOs, news articles, and social media platforms, collecting metadata on: (i) forest nurseries, (ii) restoration plantations, (iii) seed collectors, (iv) seed networks, and (v) forest seed and seedling research centers. A total of 1,265 records of restoration initiatives and support were collected at the national level, including 782 forest nurseries, 293 restoration initiatives, 71 seed collectors, 25 seed networks, and 94 forest seed and seedling research centers. A Decision Support System (DSS) in WebGIS module was implemented to facilitate and make available the geovisualization and distribution of this information, supporting different actors in environmental planning, public policies, and academic research, significantly filling the main gaps in restoration strategies and strengthening the entire restoration chain in Brazil.

Keywords: Environmental planning; Forest restoration; Geotechnologies; Forest nurseries; Seed networks; Paris Agreement

1. Introdução

As árvores são ecologicamente indispensáveis no quesito estrutura e manutenção da biodiversidade, e dentre os meios mais eficientes de reduzir as emissões de carbono na atmosfera é por meio de plantio de árvores, ao quais, por meio do processo da fotossíntese capturam para si um dos principais gases do efeito estufa, o Dióxido de Carbono (CO₂), e convertem em biomassa (Neves, 2025).

O Código Florestal é a principal lei que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa em áreas privadas e públicas no Brasil (Brasil, 2012). Os esforços para o combate às pressões climáticas, implementações de estratégias de sustentabilidade e restauração florestal do Brasil estão em voga (Cartolano et al., 2022). Um dos principais compromissos assumidos pelo Brasil na Conferência das Partes (COP-21) na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças do Clima (UNFCCC) e reforçado na COPs seguintes, destaca-se o desafio de reflorestar 12 milhões de hectares de florestas nativas até 2030 (UNFCCC, 2015; PLANAVEG, 2017; MMA, 2021).

A abordagem de *hotspots* de biodiversidade para prioridades de conservação tem sido ponto de virada nos últimos anos para políticas, pesquisas e ações de conservação em escala global (Brancalion et al., 2019). O Brasil é um dos países que abriga alguns *hotspots* de conservação da biodiversidade globais com elevadas taxas de pressão, tais como os domínios fitogeográficos do Cerrado, um *hotspot* global de biodiversidade rara e ameaçada (Pereira e Coneglian, 2020) e Mata Atlântica, o bioma mais ameaçado do mundo (Safar, 2020), se tornando alvos potenciais para a restauração florestal.

A disponibilidade de dados públicos para apoiar a restauração florestal torna-se uma premissa esperada para o planejamento de áreas prioritárias, e seu mapeamento, por isso, conhecer os elos da cadeia produtiva da restauração são elementares para auxiliar as ações de restauração florestal (Lopes et al., 2025).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi organizar uma interface de dados nacional para apoiar a restauração florestal no Brasil e a implementação de um banco de dados online, nomeadamente um WebGIS de acesso público e auto instrutivo para auxiliar na tomada de decisões e no planejamento da restauração florestal.

2. Material e Métodos

A abordagem desse estudo foi realizada em nível nacional, com o levantamento e organização dos dados feitos no ano de 2025, no período de 06 meses. Para isso, foi realizado uma ampla pesquisa com o auxílio de dados públicos, sendo: (i) relatórios, (ii) sites e plataformas oficiais do governo, (iii) plataformas de entidades privadas, (iv) Organizações Não Governamentais (ONGs), inclusive (v) matérias jornalísticas e (vi) redes sociais.

Além disso, foram estendidas pesquisas por meio de contato via e-mail para (vii) especialistas, (viii) empresas de consultoria e (ix) projetos de universidades, a fim obter dados atualizados para todo o país.

O levantamento foi realizado buscou informações relevantes para a restauração florestal no Brasil, sendo esses:

- i. Viveiros florestais;

- ii. Iniciativas de restauração por plantios;
- iii. Coletores de sementes;
- iv. Redes de sementes e;
- v. Centros de pesquisas em mudas e sementes florestais.

Junto a essas informações, foram coletadas diversas informações relevantes para compor o banco de dados:

- i. Descrição de cada categoria citada acima;
- ii. Nome, empresa ou instituição responsável;
- iii. Contato (e-mail, telefone, site, redes sociais);
- iv. Cidade e estado;
- v. Localização no mapa (latitude e longitude);
- vi. Espécies que comercializam e;
- vii. Hectares plantados.

Os dados foram organizados em planilha eletrônica, o qual foram padronizados e revisados, a fim de evitar inconsistências, erros de digitação e duplicidade. O tratamento de dados incompletos ou faltantes tiveram a seguinte metodologia:

- i. Para ausência de coordenadas, foram inseridos na plataforma do Google Maps o endereço e/ou localidade de cada coleta dentro de cada categoria e conferido a localização via imagem de satélite.
Para endereços que não encontrados, foram colocadas suas devidas localizações aproximadas e mais precisas possíveis (sendo possível verificar essa informação no WebGIS), como em base na rua, bairro ou município, e por fim, feito a coleta das coordenadas (GOOGLE, 2025);
- ii. Foram obtidas o máximo de formas de contato, garantido pelo menos um meio de comunicação, e quando não encontrados sites oficiais, foram colocadas as redes sociais disponíveis;
- iii. Embora muitas empresas, como os viveiros e redes de sementes, disponibilizam suas espécies que comercializam, muitas são substituídas e podem estar em falta a depender da época do ano, sendo assim, quando não disponibilizadas, foi colocado o link do site que irá direto ao catálogo quando possível;
- iv. A maioria das iniciativas de restauração por plantio disponibilizam seus hectares plantados e restaurados, porém quando não disponibilizados esses dados, especialmente das fontes retiradas de matérias jornalísticas, foi colocado como não informado.

Após as verificações, a planilha foi convertida para o formato CSV (*separado por vírgulas*) (*.csv) e adicionada ao Software QGIS® por meio da opção “Adicionar camada de texto delimitado”, utilizando o Sistema de Coordenadas Geográficas, Datum SIRGAS2000, onde posteriormente, convertidos em arquivos *Shapefile* (.shp) e *Keyhole Markup Language* (.kml).

Com a conversão dos dados em camadas vetoriais, foi criado um WebGIS, ao qual se encontra hospedado na plataforma Google My Maps, uma ferramenta que possibilita a criação de mapas temáticos, de fácil manuseio e interativo, além disso, não contém custos de utilização e manutenção (GOOGLE, 2025).

3. Resultados e Discussão

No Brasil existem iniciativas em termos de plataformas espaciais que fazem compilações da restauração florestal, a saber: Vitrine da Restauração, Observatório da Restauração, Nova Mata, Pacto Pela Restauração da Mata Atlântica, Infraestrutura do Meio Ambiente de São Paulo, Plataforma Transamazônica, Sementes Florestais, Nativas Brasil, Redário, entre outras.

Todas essas têm suas vantagens e limitações, conforme descrito a seguir:

- Infraestrutura do Meio Ambiente de São Paulo, excelente plataforma de mapeamento de viveiros florestais, porém com limitação quanto o mapeamento, sendo apenas para o estado de São Paulo;
- Plataforma Transamazônica, concentra todas as informações referentes ao fornecimento e capacidade de produção de mudas dos viveiros, porém restrita ao estado do Pará;
- Nova Mata, faz mapeamento em todo o Brasil, mapeia viveiros florestais e iniciativas de restauração de empresas e comunidades, porém abrange iniciativas voltada também a fauna, pecando na organização dos dados voltados à restauração florestal;
- Redário, se destaca no mapeamento de rede de sementes do país, porém restrita apenas a esse mapeamento, embora mantenha a articulação com coletores de sementes, estes não são mapeados;
- Vitrine da Restauração, mapeia centros de pesquisas e empresas voltadas à restauração florestal, porém carece do mapeamento robusto de viveiros florestais;
- Pacto Pela Restauração da Mata Atlântica, apresenta poucos dados de restauração florestal.

Com todos esses pontos citados, tem-se a noção da dificuldade de encontrar uma plataforma que abrange nacionalmente toda a cadeia da restauração. Diante disso, a plataforma WebGIS foi implementada para facilitar e disponibilizar a geovisualização e a distribuição destas informações, de maneira a apoiar diferentes atores da sociedade no planejamento ambiental, políticas públicas e pesquisas acadêmicas.

Os arquivos gerados nesse estudo podem ser apreciados no denominado “WebGIS Restauração Florestal”, aos quais encontram-se hospedados e estão disponíveis para download, o acesso pode ser realizado pelo link: <https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1xOnDLGqL8D5bjtzeRtugSQDSA9XzyW0&usp=sharing>.

Esse WebGIS complementa e traz dados mais aprofundados e de forma simples, não somente a uma parte, mas sim em toda a cadeia da restauração florestal do país (Figura 1).

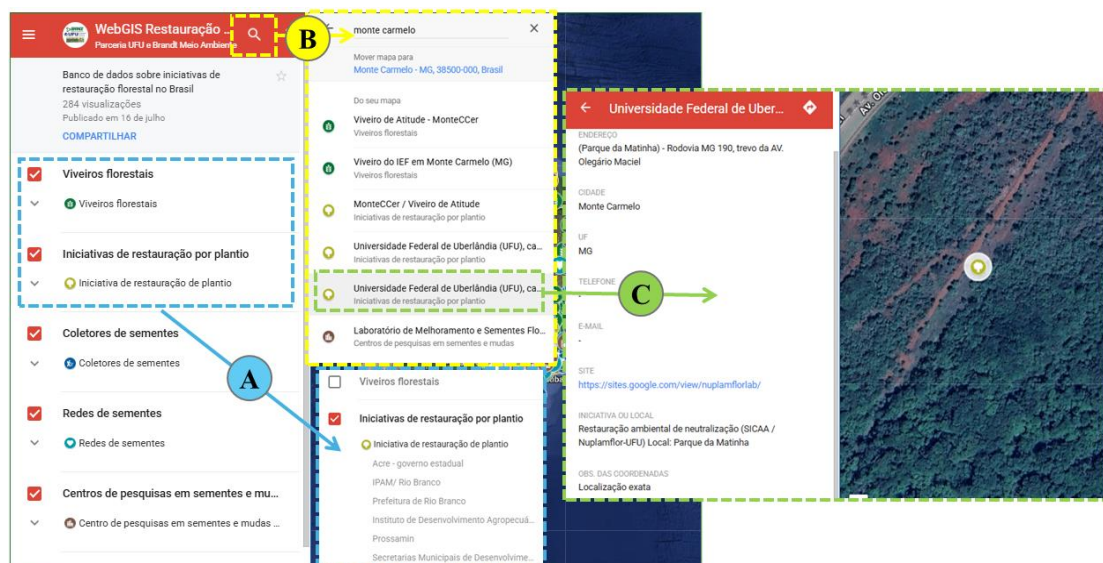
Figura 1. Mapa da distribuição dos resultados na tela inicial do WebGIS Restauração Florestal.



Os dados são organizados em uma única plataforma, não sendo limitada a local ou setor mapeado, o que representa um avanço significativo, tanto para a sociedade, quanto para o sucesso na conservação de florestas.

A figura 2 demonstra o conjunto de operações úteis no WebGIS.

Figura 2. Funcionalidades do WebGIS Restauração Florestal.



Como mostrado, o WebGIS traz consigo diversas funcionalidades, sendo elas em destaque nos passos A, B e C:

Passo A: Aba de camadas do WebGIS, aqui o usuário poderá, por exemplo:

- ✓ Marcar e desmarcar camadas, fazendo com que apareça ou não no mapa;
- ✓ Expandir a camada desejada, podendo explorar e fazer a busca manualmente.

Passo B: O usuário poderá pesquisar segundo o interesse:

- ✓ Nome de cada categoria, como de viveiros, de iniciativas, de coletores ou redes de sementes ou centros de pesquisas, ex: “Viveiro IEF”;
- ✓ Escala da pesquisa, seja por município ou estado, ex: “Monte Carmelo”, irá mostrar em sua interface todas as informações encontradas para o município.

Passo C: Aba de visualização da categoria escolhida, nessa interface, o usuário poderá:

- ✓ Adquirir dados de nome, município e formas de contatos;
- ✓ Espécies e área plantada;
- ✓ Observar a localização no mapa.

Uma grande vantagem da utilização dessa plataforma WebGIS é a disseminação de dados geoespaciais, úteis à vários tipos de usuários e à diferentes escalas e finalidades disponibilizando desde um mapa interativo, mesmo para usuários com pouco conhecimento em Sistemas de Informações Geográficas – SIG, se tornando a chave do sucesso (Rocha et al., 2015).

Os dados da Tabela 1 mostram de forma quantitativamente o panorama geral da situação atual do Brasil.

Tabela 1. Panorama geral das categorias das iniciativas da cadeia da restauração no Brasil.

Categorias	Quantidade
Viveiros florestais	782
Iniciativas de restauração por plantio	293
Coletores de sementes	71
Redes de sementes	25
Centro de pesquisas em sementes e mudas florestais	94

Os dados da Tabela 2 mostram a distribuição e a comparação de cada cadeia da restauração por regiões do Brasil, subdividido pelas Unidades da Federação (UF) e Distrito Federal (DF).

Tabela 2. Panorama em comparação quantitativo das iniciativas da cadeia da restauração por regiões e estados do Brasil.

Regiões	UF	Viveiros florestais	Iniciativas de restauração por plantio	Coletores de sementes	Redes de sementes	Centro de pesquisas em sementes e mudas florestais
Norte	AC	5 (0,64%)	3 (1,02%)	8 (11,27%)	-	3 (3,19%)
	PA	34 (4,35%)	52 (17,75%)	6 (8,45%)	2 (8,00%)	14 (14,89%)
	AM	4 (0,51%)	2 (0,68%)	2 (2,82%)	-	3 (3,19%)
	AP	1 (0,13%)	-	3 (4,23%)	-	3 (3,19%)
	RO	7 (0,9%)	3 (1,02%)	1 (1,41%)	2 (8,00%)	2 (2,13%)
	RR	2 (0,26%)	-	-	-	1 (1,06%)
	TO	2 (0,26%)	1 (0,34%)	-	-	1 (1,06%)
Total ----->		55 (7,03%)	61 (20,82%)	20 (28,17%)	4 (16,00%)	27 (28,72%)
Nordeste	AL	1 (0,13%)	-	1 (1,41%)	1 (4,00%)	2 (2,13%)
	BA	17 (2,17%)	10 (3,41%)	7 (9,86%)	2 (8,00%)	3 (3,19%)
	CE	3 (0,38%)	4 (1,37%)	1 (1,41%)	-	-
	MA	2 (0,26%)	-	-	-	1 (1,06%)
	PB	-	-	-	-	1 (1,06%)
	PE	2 (0,26%)	2 (0,68%)	2 (2,82%)	1 (4,00%)	3 (3,19%)
	PI	7 (0,9%)	1 (0,34%)	2 (2,82%)	-	1 (1,06%)
	RN	5 (0,64%)	3 (1,02%)	1 (1,41%)	-	3 (3,19%)
	SE	3 (0,38%)	5 (1,71%)	-	-	1 (1,06%)
Total ----->		40 (5,12%)	25 (8,53%)	14 (19,72%)	4 (16,00%)	15 (15,96%)
Centro-Oeste	DF	5 (0,64%)	2 (0,68%)	3 (4,23%)	2 (8,00%)	2 (2,13%)
	GO	19 (2,43%)	3 (1,02%)	3 (4,23%)	1 (4,00%)	4 (4,26%)
	MS	9 (1,15%)	8 (2,73%)	-	-	4 (4,26%)
	MT	6 (0,77%)	6 (2,05%)	2 (2,82%)	3 (12,0%)	4 (4,26%)
Total ----->		39 (4,99%)	19 (6,48%)	8 (11,27%)	6 (24,00%)	14 (14,89%)
Sudeste	SP	264 (33,76%)	73 (24,91%)	12 (16,9%)	5 (20,00%)	7 (7,45%)
	ES	15 (1,92%)	6 (2,05%)	1 (1,41%)	1 (4,00%)	1 (1,06%)
	MG	211 (26,98%)	40 (13,65%)	9 (12,68%)	2 (8,00%)	10 (10,64%)
	RJ	55 (7,03%)	15 (5,12%)	5 (7,04%)	1 (4,00%)	2 (2,13%)
Total ----->		545 (69,69%)	134 (45,73%)	27 (38,03%)	9 (36%)	20 (21,28%)
Sul	PR	82 (10,49%)	39 (13,31%)	1 (1,41%)	1 (4,00%)	7 (7,45%)
	RS	11 (1,41%)	7 (2,39%)	-	-	5 (5,32%)
	SC	10 (1,28%)	8 (2,73%)	1 (1,41%)	1 (4,00%)	6 (6,38%)
Total ----->		103 (13,17%)	54 (18,43%)	2 (2,82%)	2 (8,00%)	18 (19,15%)
Subtotal ----->		782 (100%)	293 (100%)	71 (100%)	25 (100%)	94 (100%)

Os viveiros florestais são especializados na produção de mudas, e são os que mais tiveram representatividade neste estudo, com um total de 782, concentrados 69,69% apenas na região Sudeste, destacando os estados de São Paulo (SP), com 264 e Minas Gerais (MG), com 211, somando mais de 60% em todo o país.

Enquanto isso, na região Norte, onde abriga grandes áreas de florestas nativas, apenas 7,03%, especialmente no estado do Amazonas (AM), com apenas 4 viveiros, o equivalente a 0,51% de todo o país, o que limita os esforços de restauração na região.

Os viveiros são essenciais na restauração florestal, devido ao plantio através da muda garantir maior taxa de sobrevivência no campo, além da escolha com precisão a espécie arbórea ideal, o que faz do plantio por mudas a técnica mais eficaz para a restauração (Pimentel e Rempel, 2022).

As iniciativas de restauração por plantio foram 293, esse número demonstra os pontos onde estão sendo feitos os plantios florestais e divulgados, que ainda apresentam destaque para a região Sudeste, com 45,73% no país, destacando novamente os estados de MG e SP, respectivamente 40 e 73 iniciativas.

Destaca-se também a região Norte, com 20,82% no país, especialmente no estado do Pará (PA), que corresponde a 52 iniciativas, o equivalente a 17,75% no país.

Em Minas Gerais, tem-se o Plano Estadual de Ação Climática – PLAC-MG no âmbito do *Race to Zero*, visa fortalecer a cadeia da restauração florestal, com foco na recuperação verde, neutralidade de emissões, resiliência climática e desenvolvimento sustentável alinhado com compromissos globais até 2050, um importante instrumento junto às políticas públicas para o alinhamento das metas de recuperação (PLAC-MG, 2023).

Para a o domínio da Amazônia, abrangente na maioria dos estados da região Norte do país, tem-se o Decreto Nº 11.687, de 5 de setembro de 2023, dispõe sobre as ações relativas à prevenção, ao monitoramento, ao controle e à redução de desmatamento e degradação florestal (BRASIL, 2023).

Nos demais estados do Norte, Nordeste e Centro-Oeste, são majoritariamente iniciativas pontuais ou ligadas a projetos específicos, onde somadas equivalem menos de 20,00% no país, havendo a necessidade de políticas públicas que articulem esforços para a restauração florestal.

Os coletores e redes de sementes foram respectivamente 71 e 25, havendo boa distribuição em todas as regiões do país, com exceção da região Sul, respectivamente 2 (2,82%) e 2 (8,00%), que deve ser olhado com mais atenção.

Somando um total de 96 em todo o país, coletores e redes de sementes são essenciais para potencializar a restauração de florestas por meio do plantio, pois atuam na coleta e na redistribuição de sementes, desde a métodos de germinação direta ou via muvuca das sementes no campo, até a plantio em viveiros para posterior plantio da muda, além disso garantem a diversidade genética das sementes e da futura floresta (Urzedo et al., 2020).

Outro fator preponderante na restauração são os centros de pesquisas em sementes e mudas florestais, somando em todo o país 94 e estão bem distribuídos no país, com o menor número na região Centro-Oeste, com 14 centros, o equivalente a 14,89% e o maior número na região Norte, com 27, o equivalente a 28,72% no país, o que demonstra forte presença de instituições de ensino, já que a maioria são formados por instituições acadêmicas.

Esses locais atuam na base do conhecimento científico e desenvolvem técnicas que possibilitam gerar conhecimento útil para aprimorar o sucesso da restauração, como:

(i) domínio fitogeográfico de cada espécie, (ii) melhoramento, testes de germinação e qualidade de sementes de mudas, (iii) capacitações e recomendações de técnicas de plantio e (iv) manejo sustentável de florestas naturais e para a restauração florestal e (v) na área florestal, contribuindo significativamente na cadeia da restauração (EMBRAPA, 2021).

Ter todos esses dados que apoiam a restauração florestal são importantes, porém, as políticas públicas são imprescindíveis em toda a cadeia da restauração florestal, pois elas estabelecem o quadro regulatório do setor, definem regras, direitos e obrigações, critérios, instrumentos e procedimentos necessários à sua implementação (Lopes et al., 2025).

No período de 1985 a 2023 (39 anos), foram desmatados 38 milhões de hectares no Cerrado, uma área maior que o estado de Goiás - GO (IPAM, 2024). Segundo Moraes Junior et al. (2024), o domínio Cerrado enfrenta uma situação mais crítica, com aproximadamente 56% das áreas em conflito com a Lei de Proteção a Vegetação Nativa - LPVN.

No mesmo período (1985 a 2023), a perda de vegetação nativa na Mata Atlântica foi de 3,7 milhões de hectares (MAPBIOMAS, 2024), considerado pela Embrapa o bioma mais ameaçado entre os demais do país.

Nota-se que nos resultados desse trabalho, na região Sudeste, especialmente nos estados de MG e SP, esses com os domínios Cerrado e Mata Atlântica em predominância, são os que mais tiveram concentração dos dados, justamente são os que tem suas áreas mais devastadas.

Em escala regional, Santos et al. (2024) analisou diversas áreas protegidas por lei em extensão total do município de Monte Carmelo (MG), domínio Cerrado, onde encontrou alta desconformidade com a LPVN, sendo : (i) Áreas de Proteção Permanente – APPs e (ii) Reservas Legais – RLs, onde apenas 9.061,68 hectares (36,17%) e 6.306,64 hectares (31,44%) correspondem ao tamanho individual de APPs e RLs do município estão preservadas. Esses números confirmam o direcionamento de programas de restauração florestal também em microescala, focado em imóveis rurais.

Através do Código Florestal Brasileiro, Lei Federal 12.651/2012, o Programa de Regularização Ambiental (PRA) é um instrumento de regularização ambiental de propriedades rurais, que representam aproximadamente 53% da vegetação nativa em todo o Brasil. Isso traz um ponto importante, pois a preservação adequada da vegetação nativa é fundamental para mitigar as mudanças climáticas (Soares Filho et al., 2014).

Além disso, segundo o Art. 66, § 2º do Código Florestal Brasileiro e o Decreto Mineiro nº 48.127, todas as propriedades rurais que em 22 de julho de 2008, área de Reserva Legal em extensão inferior a 20% da área, deverão recompor suas reservas até 20 anos, e para áreas de proteção permanente (APP), deverão ser recuperadas em até 10 anos (BRASIL, 2012; MINAS GERAIS, 2021).

Com isso, a restauração de APPs e RLs demandará um grande fomento nos próximos anos, já que o país tem um passivo previsto de 21 milhões de hectares (Soares Filho et al., 2014).

Em paralelo ao Código Florestal, foi criado o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa – PLANAVEG, elaborado para atender as demandas da restauração florestal brasileira, com o fomento e incentivos, inclusive financeiro (PLANAVEG, 2017).

A Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa – PROVEG, implantada junta ao PLANAVEG, também traz consigo vários objetivos, sendo alguns deles de

impulsionar a regularização ambiental das propriedades rurais brasileiras, a promoção da adaptação à mudança do clima e a mitigação de seus efeitos (PLANAVEG; PROVEG, 2017).

Esses são instrumentos estratégicos e estão diretamente ligados a este estudo, pois se baseiam em várias iniciativas, sendo algumas: (i) sementes e mudas, (ii) instituições e (iii) pesquisa e desenvolvimento, aumentando a capacidade de viveiros, de produtores de sementes e demais estruturas para produção de espécies nativas, alinhamento de políticas públicas e desenvolvimento e inovação.

Além disso, esses instrumentos facilitam, e inclusive são alguns dos objetivos do Acordo de Paris, a recuperação da vegetação nativa em um mínimo de 12 milhões de hectares até 2030 (UNFCCC, 2015; PLANAVEG; PROVEG, 2017; MMA, 2021).

A iniciativa global da Organização das Nações Unidas – ONU, chamada Década das Nações Unidas da Restauração de Ecossistemas, mobiliza ações globais para a restauração de ecossistemas e mitigação das mudanças climáticas (ONU, 2021).

A Iniciativa 20x20, antes com o compromisso de restaurar 20 milhões de hectares de terras degradadas na América Latina e Caribe até 2020 (agora estendida), onde visa restaurar 50 milhões de hectares até 2030 (Iniciativa 20x20, 2020), indicando a importância da restauração florestal.

A restauração florestal, diante de todos esses programas de fomento e sensibilização se torna relevante, e é o que esse trabalho idealiza a partir do WebGis, que deverá ao longo do tempo ser alimentado e atualizado com novas informações e, com isso, poder ampliar ainda mais sua abrangência rumo a restauração florestal do país.

4. Conclusões

A implementação do WebGIS Restauração Florestal representa um avanço significativo, pois, além de democratizar o acesso à informação, também organiza e centraliza em escala nacional dados essenciais para o planejamento e sucesso da restauração florestal no país.

Contatou-se por meio desse estudo que o Brasil possui: 782 viveiros florestais, 293 iniciativas de restauração por plantios, 71 coletores de sementes, 25 redes de sementes e 94 centros de pesquisas em mudas e sementes florestais, portanto, é essencial que o WebGIS passe periodicamente por atualizações desses dados.

Levando-se em conta a extrema importância da conservação do meio ambiente e de acordos climáticos globais e da meta de reflorestar 12 milhões de hectares de florestas nativas até 2030, fica nítido a importância, relevância e transparência desse estudo, o qual preenche lacunas e se alinha significativamente as principais estratégias de restauração e contribui com para o fortalecimento de toda a cadeia de restauração no Brasil.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Núcleo de Estudos, Pesquisa e Extensão em Planejamento e Manejo da Paisagem Florestal (NUPLAMFLOR) e ao Centro de Formação em Educação Climática – Sala Verde (CEFEC) pelo suporte e estrutura para execução do estudo, e a Brandt Meio Ambiente pela contribuição no financiamento dessa pesquisa por meio da implementação da bolsa de extensão (SIEX- Registro 33172 - Levantamento de dados e informações geoespaciais para a restauração florestal brasileira).

Referências

Brancalion, P. H. S.; Niamir, A.; Broadbent, E.; Crouzeilles, R.; Barros, F. S. M.; Almeyda Zambrano, A. M.; Baccini, A.; Aronson, J.; Goetz, S.; Reid, J. L.; Strassburg, B. B. N.; Wilson, S.; Chazdon, R. L. (2019). Global restoration opportunities in tropical rainforest landscapes. *Science Advances*, 5(7), eaav3223, p. 1-11.

BRASIL (2012). Lei nº 12.651, de 25 maio de 2012. Diário Oficial da União. Brasília, DF.

BRASIL (2023). Decreto nº 11.687, de 5 de setembro de 2023. Diário Oficial da União. Brasília, DF.

Cartolano, R. T.; França, L. C. J.; Silva, L. C. M.; Botelho, S. A.; Acerbi Júnior, F. W. (2022). Definição de áreas prioritárias para restauração ecológica: análise de decisão multicritério como instrumento para o planejamento ambiental [livro eletrônico]. Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2023. 57 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) (2021). Florestas: produção, conservação e inovação. Florestal.

GOOGLE. (2025). Google Maps.

GOOGLE (2025). Google My Maps.

IPAM. (2024). Em 39 anos, Cerrado perdeu área de vegetação nativa maior que o Goiás. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia.

Iniciative 20x20 (2020). Restoring Latin America's Landscapes.

Lopes, C. L.; Corleto, A. F.; Didonet, N.; Chiavari, J. (2025). Restauração Florestal na Amazônia: Qual é o Papel das Políticas Públicas Estaduais? Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative e Amazônia 2030, 64 p.

MAPBIOMAS. (2024). Em 2023, a perda de áreas naturais no Brasil atinge a marca de 33% do território.

MINAS GERAIS (2021). Decreto nº 48.127, de 26 de janeiro de 2021. Diário do Legislativo do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

MMA. (2021). Acordo de Paris. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima - MMA.

Morais Júnior, V. T. M.; França, L. C. J.; Brianezi, D.; Romero, F. M. B.; Milagre, J. C.; Mendes, L. J.; Marques, R. O.; Oliveira, L. F. D.; Lara, D. S.; Brandt, A. C.; Stefanel, C. M.; Zanuncio, A. J. V.; Rocha, S. J. S. S.; Cruz, R. A.; Jacovine, L. A. G. (2024). Monitoring of areas in conflict with the Legislation for the Protection of Native Vegetation in Brazil: opportunity for large-scale forest restoration and for the Brazilian global agenda. *Environment Monitoring Assessment*. 196: 1113, p. 1-16.

Neves, R A. (2025). Fluxo de carbono e sua variação espaço-temporal na Paraíba, utilizando sensoriamento remoto e dados meteorológicos. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). 70p. Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil.

ONU (2021). About the UN Decade on Ecosystem Restoration.

Pimentel, J. F.; Rempel, C. (2022). Plantio de mudas de espécies arbóreas nativas para a restauração das áreas de preservação permanente no sul da Amazônia. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, 13(8): 12-30.

PLAC-MG (2023). Plano Estadual de Ação Climática - Versão Final. Estado de Minas Gerais.

PLANAVEG (2017). Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa / Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Educação. Brasília, DF: MMA, 2017. 73 p.

PROVEG (2017). Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017. Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Diário Oficial da União. Brasília.

Pereira, I. M.; Coneglian, A. (2020). Situação e perspectivas da conservação do Cerrado em 2019. *Revista Agrotecnologia*, 11(1), p. 16–22.

QGIS Development Team. (2024). QGIS Geographic Information System, 3.22.6, Bialowieza. Open Source Geospatial Foundation Project.

Rocha, D. S.; Pereira, R. S.; Trindade, J. P. P.; Volk, L. B. da S.; Pinho, L. B. de. (2015). Aplicação de um sistema WebGIS na agricultura de precisão. *Ciência e Natura*, 37(4), 262–273.

Santos, R. M.; Junior, V. T. M. M.; Amaral, E.; Mucida, D. P; França, L. C. J. (2024). Diagnóstico do conflito do uso e ocupação da terra em áreas protegidas por lei em imóveis rurais no município de Monte Carmelo-MG. *Revista Espinhaço*, 13(1).

Safar, N. V. H.; Magnago, L. F. S.; Reynaud Schaefer, C. E. G. (2020). Resilience of lowland Atlantic forests in a highly fragmented landscape: Insights on the temporal scale of landscape restoration. *Forest Ecology and Management*, 470–471, p. 118183.

Soares Filho, B.; Rajão, R.; Macedo, M.; Carneiro, A.; Costa, W.; Coe, M.; Rodrigues, H; Alencar, A. (2014). Cracking Brazil's Forest Code. *Science*, 344(6182), 363–364.

UNFCCC. (2015). Federative Republic of Brazil. Intended Nationally Determined Contribution towards Achieving the Objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change. United Nations Framework Convention on Climate Change. 10 p.

Urzedo, D. I.; Piña-Rodrigues, F. C. M.; Feltran-Barbieri, R.; Junqueira, R. G. P.; Fisher, R. (2020). Seed Networks for Upscaling Forest Landscape Restoration: Is It Possible to Expand Native Plant Sources in Brazil? *Forests*, 11(3): 259.