

Boletim

TÉCNICO SIF

Número 11 - Volume 04
Novembro 2024

Metodologia para diagnóstico rápido de Áreas de Preservação Permanente em processo de restauração no Rio Grande do Sul

Paula Letícia Wolff Kettenhuber et. al.

METODOLOGIA PARA DIAGNÓSTICO RÁPIDO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO NO RIO GRANDE DO SUL

Paula Letícia Wolff Kettenhuber^{1*}, Maiara Resende Araujo², Elias Frank de Araujo³
and Sebastião Venâncio Martins⁴

¹ Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Viçosa, MG - Brasil. E-mail: <paulakettenhuber@gmail.com>.

² Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Viçosa, MG - Brasil. E-mail: <maiara.resende@ufv.br>.

³ CMPC – Celulose Riograndense, Guaíba, RS - Brasil. E-mail: <elias.araujo@cmpers.com.br>.

⁴ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa, MG - Brasil. E-mail: <venancio@ufv.br>.

*Corresponding author.

RESUMO – O monitoramento de áreas restauradas ou em processo de restauração ainda é um procedimento de difícil implementação devido ao seu custo elevado e a falta de profissionais habilitados para realizar a identificação botânica das espécies. Para solucionar esse problema, metodologias alternativas de monitoramento da restauração, que utilizam parâmetros mais simples e visuais, têm sido propostas. Contudo essas metodologias carecem de estudos para a sua validação. O objetivo desse trabalho foi propor uma metodologia, baseada no Diagnóstico Ambiental Rápido desenvolvida pelo INEA, para o monitoramento de Áreas de Preservação Permanente de hortos florestais da CMPC Celulose Riograndense, em processo de restauração através de regeneração natural assistida e plantio de mudas em núcleos, localizadas no Estado do Rio Grande do Sul. Para isso, são propostos uma série de indicadores de fácil e rápida mensuração, que foram utilizados para monitorar três áreas de mata ciliar em hortos florestais da empresa CMPC Celulose Riograndense. Os resultados encontrados foram similares aos obtidos com metodologias convencionais de monitoramento para áreas em condições semelhantes. A metodologia proposta nesse estudo mostrou-se eficaz para o monitoramento de áreas em processo de restauração passiva, regeneração natural assistida e por núcleos no Estado do Rio Grande do Sul, especialmente quando há escassez de profissionais habilitados para a identificação botânica e para áreas com grandes extensões.

Palavras-Chave: Monitoramento; Indicadores ecológicos; Regeneração Natural; Nucleação

1. INTRODUÇÃO

Com o surgimento das áreas de preservação permanente instituídas pelo Código Florestal (Brasil, 1965) e reforçadas pelo Novo Código Florestal (Brasil, 2012), juntamente com uma maior conscientização da população a respeito da degradação ambiental, tornou-se indispensável a restauração florestal como forma de promover o desenvolvimento sustentável (Martins, 2020). De acordo com a Lei nº 9.985 (Brasil, 2000), a restauração busca restituir um ecossistema da forma mais próxima possível da sua condição original, ou seja, da sua condição antes da degradação.

Entre as formas de promover a restauração, tem-se a restauração passiva que consiste na regeneração natural da vegetação em áreas que ainda possuem resiliência e a nucleação que busca proporcionar um ambiente mais favorável para o desenvolvimento florestal, por exemplo através da implantação de núcleos de mudas (Martins et al., 2019). A restauração florestal envolve não apenas a aplicação de técnicas restauradoras, mas também seu monitoramento ao longo dos anos para que se possa avaliar o desenvolvimento da área, identificar possíveis problemas e verificar a eficiência dos métodos aplicados, sendo essencial para a tomada de decisões (Ignácio et al., 2007). O monitoramento de áreas restauradas é um fator chave para que a restauração ecológica seja bem-sucedida, devendo ser realizado através da avaliação de parâmetros capazes de indicar o desenvolvimento florestal (Oliveira e Engel, 2017).

Múltiplos indicadores ecológicos têm sido propostos para a avaliação e monitoramento da sustentabilidade dos projetos de restauração, como parâmetros fitossociológicos, crescimento e sobrevivência de mudas, regeneração natural, cobertura do solo, estoque de biomassa, banco de sementes do solo, entre outros (Martins, 2021; Martins et al., 2020). No entanto, quando se tem um grande número de áreas em restauração, a utilização de indicadores que requerem, por exemplo, a identificação botânica das espécies torna-se difícil e onerosa, devido à baixa disponibilidade de mão-de-obra qualificada e ao alto custo, que muitas vezes pode ultrapassar os custos de implantação das técnicas de restauração. Para solucionar problemas como estes, têm surgido metodologias alternativas de monitoramento da restauração que utilizam parâmetros mais simples

e visuais, contudo essas metodologias carecem de estudos para a sua validação.

Mesmo com diferentes tipos de indicadores capazes de avaliar o desenvolvimento de uma floresta, o monitoramento de áreas restauradas ou em processo de restauração ainda é um procedimento de difícil implementação devido ao seu custo elevado e a falta de profissionais habilitados para realizar a identificação botânica das espécies (Ribeiro de Moura et al., 2022). Nesse sentido, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) desenvolveu uma metodologia simplificada para o estado do Rio de Janeiro, denominada de Diagnóstico Ambiental Rápido (DAR), que consiste na sistematização e simplificação da coleta de dados a campo (Instituto Estadual do Ambiente (RJ), 2019). O DAR busca compreender os parâmetros ecológicos de uma área através de estimativa visual, de maneira que seja possível obter dados de forma mais rápida e prática, sem a necessidade de identificação botânica e da mensuração tradicional dos indicadores, possibilitando, assim, que seja aplicada por diversos profissionais.

Nesse contexto, buscando tornar o monitoramento da restauração florestal mais rápido e acessível, o objetivo do trabalho foi propor uma metodologia, baseada no Diagnóstico Ambiental Rápido desenvolvida pelo INEA, para o monitoramento de Áreas de Preservação Permanente de hortos florestais da CMPC Celulose Riograndense, em processo de restauração através de regeneração natural assistida e plantio de mudas em núcleos, localizadas no Estado do Rio Grande do Sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo

Este estudo foi realizado em áreas de mata ciliar em processo de restauração em hortos florestais da empresa CMPC Celulose Riograndense, no Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 1). O clima da região é subtropical, tipo “Cfa”, segundo a classificação de Köppen, caracterizado por verões quentes e estação seca. A temperatura média do mês mais frio (julho) é de 12,1°C e do mês mais quente (janeiro) é de 23,7°C. A precipitação média anual situa-se entre 1600 e 1900 mm (Alvares et al., 2013). A região é caracterizada por ecótono transicional entre as formações vegetais

dos Biomas Pampa e Mata Atlântica, formando um mosaico de vegetação campestre, arbustos e Floresta Estacional Semidecidual. Foram avaliadas três Áreas de Preservação Permanente:

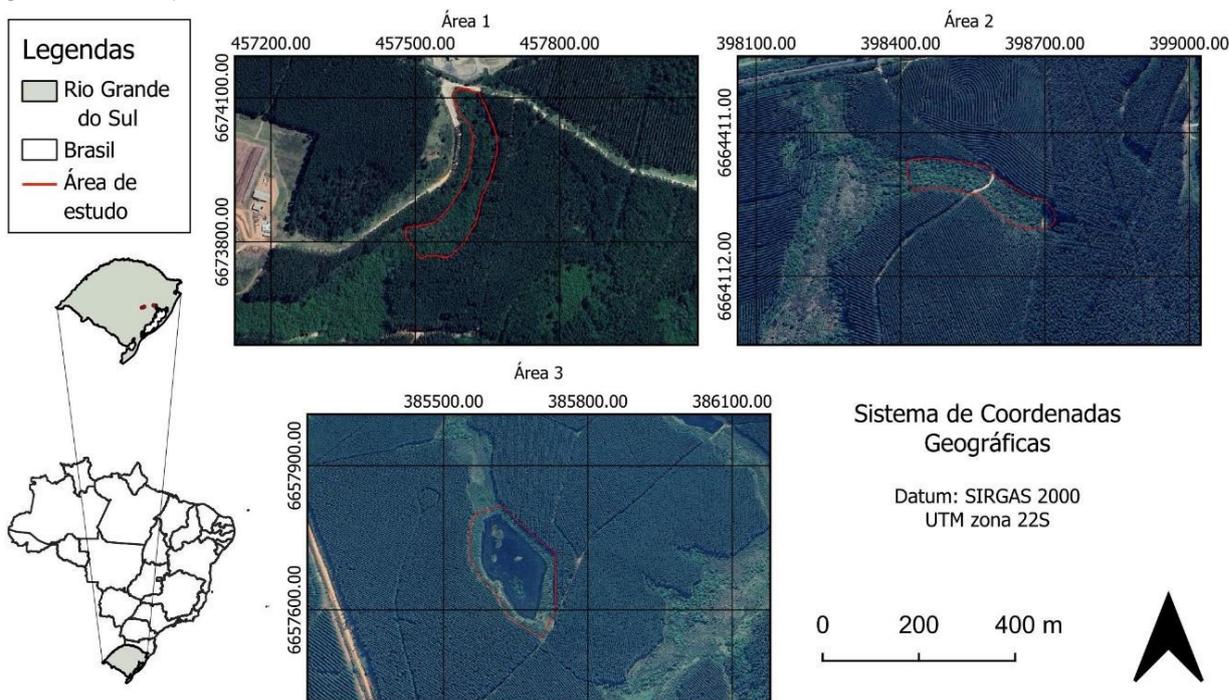
Área 1: Área de dois hectares localizada no Horto Florestal Boa Vista, originalmente composta por floresta ripária, com histórico de supressão de parte da vegetação natural e substituição por silvicultura comercial de eucalipto. No ano de 2012, foi realizada a supressão dos eucaliptos e posteriormente em 2020, foi realizada a morte em pé dos indivíduos de eucalipto remanescentes na APP.

Área 2: Área de dois hectares localizada no Horto Florestal São Vicente, originalmente composta por floresta ripária, com histórico de supressão da vegetação natural e substituição por pastagem. A restauração florestal foi realizada através do plantio em núcleos cercados em 2011. Os núcleos foram compostos por cinco mudas adensadas, com espaçamento de 1x1 m entre mudas, com as seguintes espécies distribuídas aleatoriamente: *Schinus terebinthifolia* Raddi, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Eugenia uniflora* L., *Luehea divaricata* Mart. and Zucc., *Cordia americana* (L.) Gottshling

& J.E.Mill, *Inga vera* Willd., *Psidium cattleyanum* Sabine, *Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke, *Cedrela fissilis* Vell., *Citharexylum montevidense* (Spreng.) Moldenke.

Área 3: Área de três hectares localizada no Horto Florestal Águas Claras, originalmente composta por floresta ripária, com histórico de supressão da vegetação natural e substituição por pastagem. A restauração foi realizada através do plantio em núcleos cercados em 2020. Os núcleos foram compostos por cinco mudas adensadas, com espaçamento de 1x1 m entre mudas, com as seguintes espécies distribuídas aleatoriamente: *Cordia americana* (L.) Gottshling & J.E.Mill, *Casearia sylvestris* Sw., *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl., *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze, *Schinus molle* L., *Inga vera* Willd., *Inga marginata* Willd., *Eugenia hiemalis* Cambess., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Casearia decandra* Jacq., *Erythroxylum argentinum* O.E.Schulz, *Jacaranda micrantha* Cham., *Jacaranda mimosifolia* D. Don, *Matayba elaeagnoides* Radlk., *Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna, *Psidium cattleyanum* Sabine e *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs.

Figura 1 – Localização das áreas de estudo



2.2 Indicadores de avaliação e monitoramento da restauração florestal

Os indicadores avaliados foram definidos considerando áreas em processo de restauração através da condução da regeneração natural e do plantio em núcleos (Tabela 1). As parcelas utilizadas nesta metodologia possuem dimensões de 10 x 10 metros, totalizando 100 m² por parcela. A determinação da densidade e riqueza de indivíduos arbóreos/ha e de indivíduos regenerantes/ha foram realizadas através da contagem dos indivíduos e das

diferentes morfoespécies com circunferência à altura do peito (CAP) maior ou igual a 10 cm e dos indivíduos com CAP menor que 10 cm e altura maior que 30 cm, respectivamente. Na área 3, como ainda não há ocorrência de espécies com porte arbóreo (CAP > 10 cm) foram contabilizadas as espécies plantadas nos núcleos. A riqueza foi contabilizada considerando o total de espécies diferentes encontradas nas parcelas.

A altura média foi determinada através de estimativa visual. A % de solo exposto, da cobertura do dossel e de gramíneas/arbustivas competidoras foram avaliadas utilizando a escala adaptada de Braun – Blanquet: 0%,

Tabela 1 – Indicadores de avaliação e monitoramento mensurados

Indicador	Descrição	Unidade de medida/escala
Densidade espécies arbóreas ou plantadas	Contagem de indivíduos arbóreos (CAP > 10 cm) ou plantados	Nº de indivíduos arbóreos/plantados/ha
Densidade regeneração natural	Contagem de indivíduos regenerantes (CAP > 10 cm)	Nº de indivíduos regenerantes/ha
Riqueza aparente de espécies arbóreas ou plantadas	Contagem das diferentes morfoespécies arbóreos (CAP > 10 cm) ou plantadas	Nº de espécies arbóreas/plantadas
Riqueza aparente da regeneração natural	Contagem das diferentes morfoespécies com CAP < 10 cm e altura > 30 cm	Nº de espécies regenerantes
Altura média	Estimativa visual	Metros
Espécies atrativas para a fauna	Verificação da disponibilidade de flores e frutos	Nº de espécies com flores e frutos
Dominância	Verificação de dominância de poucas espécies	() há dominância de poucas espécies () não há dominância
Solo exposto	Estimativa visual	() 0% () 25-50% () 1-5% () 50-75% () 5-10% () 75-95% () 10-25% () 95-100%
Cobertura do dossel	Estimativa visual da cobertura do dossel	() 0% () 25-50% () 1-5% () 50-75% () 5-10% () 75-95% () 10-25% () 95-100%
Cobertura de gramíneas/arbustivas competidoras	Estimativa visual da cobertura de gramíneas e arbustivas competidoras	() 0% () 25-50% () 1-5% () 50-75% () 5-10% () 75-95% () 10-25% () 95-100%
Remanescentes/presença de espécies exóticas	Verificação da presença de espécies exóticas	() todos indivíduos foram eliminadas () há presença de alguns indivíduos () há presença de muitos indivíduos

1–5%, 5–10%, 10–25%, 25–50%, 50–75%, 75–95% e 95–100% (Mueller-Dombois; Ellenberg, 1974). A presença de espécies zoocóricas e a dominância foram avaliadas através de verificação visual. Além disso, foi avaliada a presença/permanência de indivíduos de espécies exóticas nas áreas onde houve a supressão destes.

3. RESULTADOS

Nas três áreas de estudo, foram observados 411 indivíduos plantados ou com CAP maior que 10 cm, sendo 291, 77 e 43 indivíduos encontrados nas áreas 1, 2 e 3 respectivamente. Esses valores equivalem a uma densidade populacional de 5820, 1540 e 430 indivíduos por hectare, respectivamente (Tabela 2). Na área 1 a riqueza de espécies com porte arbóreo foi de 25 e na área 2 de 15. Na área 3 a riqueza de espécies plantadas nos núcleos foi de 19 espécies. Quanto à

regeneração natural, na área 1 foram encontrados 66 indivíduos, distribuídos em 12 espécies, na área 2 213 indivíduos, distribuídos em 25 espécies e na área 3 24 indivíduos, pertencentes à 8 espécies.

Como observado na Tabela 2, as maiores alturas médias foram observadas na área 1 com 5,9 m, seguida pela área 2 os com 3,9 m e pela área 3 com 1,4 m.

As espécies consideradas atrativas para a fauna, ou seja, aquelas que continham flores e frutos no momento da observação, foram encontradas em maior quantidade na área 1, onde foi possível observar um total de sete espécies, seguida pela área 2 com cinco espécies e área 3 com uma espécie. Entre as áreas estudadas, apenas na área 1 verificou-se a presença de espécies exóticas, na qual foram encontrados seis indivíduos. Quanto à dominância de espécies, foi observado que não há dominância aparente em nenhuma das áreas de estudo.

Tabela 2 – Indicadores observados nas 3 áreas em processo de restauração florestal avaliadas

Indicador	Área 1	Área 2	Área 3
Densidade esp. (ind./ha)	5820	1540	430
Densidade reg. natural (ind./ha)	1320	4260	240
Riqueza aparente	25	16	19*
Riqueza reg. natural	12	26	8
Altura média (m)	5,95	3,87	1,37
Espécies atrativas para a fauna	7	5	1
Dominância	não	não	não
Solo exposto (%)	0	5-10	0
Cobertura do dossel (%)	75-95	50-75	10-25
Cobertura de esp. competidoras (%)	10-25	25-50	75-95
Presença de esp. exóticas	há presença de alguns indivíduos	-	-

*Riqueza de espécies plantadas nos núcleos.

Entre as áreas de estudo, apenas na área 2 foi possível observar locais com solo exposto, sendo as demais áreas inteiramente cobertas com algum tipo de vegetação. Na área 1, a cobertura predominante foi a do dossel, com valores de cobertura de 75–95%, enquanto a cobertura de vegetação gramínea/arbustiva observada foi de 10–25%. Na área 2, o

dossel e as espécies gramíneas/arbustivas obtiveram porcentagens de cobertura de 50–75% e de 25–50%, respectivamente, enquanto o solo exposto foi observado em apenas 5–10% do local. Na área 3, foi possível observar predominância gramíneo/arbustiva na cobertura do solo, atingindo 75–95% da área, enquanto a cobertura do dossel foi de apenas 10–25%.

4. DISCUSSÃO

As áreas estudadas encontram-se em diferentes estágios de restauração, devido às particularidades de cada local, tempo de restauração e histórico da área. Na área 1 as APPs já estavam estabelecidas, ocorrendo apenas a morte em pé de indivíduos do gênero *Eucalyptus*, o que impulsionou o crescimento da vegetação nativa já existente. Por outro lado, as áreas 2 e 3, apresentavam histórico de supressão da vegetação nativa e substituição por pastagem, o que explica a necessidade de um período maior para a sua restauração. Além disso, na área 3, o plantio em núcleos foi realizado há apenas 4 anos e a ocorrência de regeneração natural é dificultada pela ausência de remanescentes de florestas nativas próximos do local.

Os resultados encontrados nas áreas analisadas foram similares aos obtidos por Piaia (2021) e Procknow et al. (2023), onde foram utilizadas metodologias convencionais de monitoramento para áreas em condições semelhantes. A riqueza de regenerantes encontrada por Piaia (2021), em três áreas distintas com plantio em núcleos, variaram de 30 a 32, enquanto a riqueza obtida através do DAR foi de 26 para a área 2. As coberturas de dossel obtidas por Piaia (2021) variaram de 62 a 76 e a do DAR foi estimada em 50-75%, enquanto as densidades de indivíduos de regeneração natural também mostraram valores similares, tendo os valores de Piaia variado de 4137 a 5078 indivíduos por hectare e o obtido pelo DAR foi de 4260, reforçando a ideia de que o DAR é capaz de gerar resultados muito próximos daqueles obtidos utilizando metodologias convencionais.

Os resultados obtidos demonstram um estágio de sucessão entre o médio e avançado na área 1, de acordo com a resolução do CONAMA 33/1994 que define os estágios sucessionais das formações vegetais que ocorrem na região da Mata Atlântica do Estado do Rio Grande do Sul (Brasil, 1994). Apesar da área ainda possuir características do estágio médio de sucessão, como a altura inferior a 6 metros, outras características como predominância do estrato arbóreo, dossel fechado e sub-bosque menos expressivo, reforçam um estágio mais avançado da vegetação (Tabela 2).

Na área 2 foi possível observar um estágio médio de regeneração (Brasil, 1994) onde a vegetação

possui altura inferior a 8 metros e a fisionomia é dividida entre espécies arbóreas e gramíneo/arbustiva. Além disso, o número de indivíduos regenerantes sobressaiu-se sobre as demais áreas, característica de uma área em processo médio de sucessão. O número de espécies encontradas na área 2 foi maior que o número de espécies inicialmente plantadas nos núcleos, o que demonstra a entrada de propágulos na área e a efetividade dos núcleos como facilitadores para o desenvolvimento da regeneração natural (Martins, 2018).

Os indicadores obtidos na área 3, expressam um local em sucessão inicial de regeneração (Brasil, 1994), onde há predomínio de vegetação herbácea e arbustiva e indivíduos arbóreos com altura menor que 3 metros. A presença de alguns indivíduos provenientes de regeneração natural evidência que, apesar de estar em estágio inicial, as técnicas nucleadoras estão cumprindo com seu papel de impulsionar a restauração (Martins et al., 2019).

O baixo número de espécies atrativas à fauna é característico de áreas em processo de sucessão inicial (Piaia et al., 2021), estado em que há predomínio de espécies anemocóricas (Magnago et al., 2012), o que pode explicar a presença de apenas uma espécie atrativa à fauna na área 3. No entanto, possivelmente esse número seja maior, uma vez que só foram contabilizadas as espécies com flores ou frutos no momento da avaliação. Nas áreas 1 e 2 houve maior número de espécies capazes de atrair à fauna, contribuindo para o aumento de interações ecológicas, garantindo o estabelecimento e manutenção da dinâmica florestal (Magnago et al., 2012).

Cabe salientar que apesar da metodologia proposta ter obtido valores próximos a estudos que utilizaram metodologias convencionais, pode haver algumas limitações referentes à falta de identificação botânica das espécies. A riqueza de espécies e a presença de indivíduos alóctones podem ser subestimadas ou superestimadas dependendo da experiência do observador em determinar as diferentes morfoespécies e do conhecimento prévio das espécies exóticas presentes na área. Além disso, o número de espécies atrativas à fauna é subestimado, uma vez que este é contabilizado apenas no momento da observação.

5. CONCLUSÃO

A metodologia proposta nesse estudo mostrou-se eficaz para o monitoramento de áreas em processo de restauração passiva, regeneração natural assistida e por núcleos no Estado do Rio Grande do Sul. Mesmo com limitações causadas pela falta de identificação botânica de todas as espécies, o método forneceu dados capazes de indicar o desenvolvimento florestal das áreas avaliadas, caracterizando os estágios de sucessão natural e auxiliando na tomada de decisão referente à necessidade de manutenção ou de novas intervenções nas áreas. Dessa forma, a metodologia proposta apresentou-se promissora quando há escassez de profissionais habilitados para a identificação botânica e para áreas com grandes extensões.

REFERÊNCIAS

- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, De Moraes Gonçalves JL, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*. 2013;22(6):711–28. Doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507
- Brasil. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Instituiu o código florestal brasileiro. Brasília, DF;1965.
- Brasil. Resolução CONAMA N. 33, de 7 de dezembro de 1994. Dispõe sobre a definição dos estágios sucessionais das formações vegetais ocorrentes na região da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul. Brasília, DF;1994.
- Brasil. Lei N. 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília, DF;2020.
- Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro. Brasília, DF;2020.
- Ignácio ED, Attanasio CM, Toniato MTZ. Monitoramento de plantios de restauração de florestas ciliares: microbacia do ribeirão São João, Mineiros do Tietê, SP. *Rev. Inst. Flor.* 2007;19(2): 137-148.
- Instituto Estadual do Ambiente (RJ). Manual de procedimentos para o monitoramento e avaliação de áreas em restauração florestal no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro;2019.
- Magnago LFS, Martins SV, Venzke TSL, Ivanauskas NM (2012) Os processos e estágios sucessionais da Mata Atlântica como referência para restauração florestal. In: Martins SV (Org.). *Restauração ecológica de ecossistemas degradados*. Viçosa, MG: Ed. UFV, p. 69-100.
- Martins SV. *Alternative Forest Restoration Techniques*. In: *New Perspectives in Forest Science*. InTech; 2018.
- Martins SV, Bauchspiess C, Araujo EF. *Ecological Restoration of Permanent Preservation Areas through Seedling Nuclei*, Rio Grande Do Sul, Brazil. In: Vlioger K de, editor. *Recent Advances in Ecological Restoration*. 1st ed. New York: Nova Science Publishers; 2019. p. 1–32.
- Martins SV. *Restauração florestal*. Viçosa;2020.
- Martins SV. *Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração*. 5 ed. Viçosa: Aprenda Fácil; 2021. 230 p.
- Ribeiro de Moura CJ, Santos Quintela da Costa Nunes MF, Real de Abreu RC. A novel monitoring protocol to evaluate large-scale forest restoration projects in the tropics. *Tropical Ecology*. 2022;63: 113–121. Doi: <https://doi.org/10.1007/s42965-021-00194-x>
- Mueller-Dombois D, Ellenberg HA. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley & Sons; 1974.
- Oliveira RE, Engel VL. Indicadores de monitoramento da restauração na Floresta Atlântica e atributos para ecossistemas restaurados. *Scientia Plena*. 2017;13(12). Doi: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2017.127301>
- Piaia BB (2021) *Indicadores Ecológicos no Monitoramento da Restauração de Florestas Ciliares no Sul do Brasil*. 122 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2021.
- Piaia BB, Rovedder APM, Procknow D, Camargo B. *Assessment of ecological indicators in restoration*

by applied nucleation with different ages. *Ciencia Florestal*. 2021;31(3):1512–34. Doi: <https://doi.org/10.5902/1980509848105>

Procknow D, Rovedder APM, Piaia BB, Camargo B, de Moraes Stefanello M, da Silva MPKL, da Silva

PS, Croda JP, Dreyer JB. Monitoring ecological restoration of riparian forest: Is the applied nucleation effective ten years after implementation in the Pampa? *Forest Ecology and Management*. 2023;538. Doi: [10.1016/j.foreco.2023.120955](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.120955).