

ESTRATÉGIAS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM ÁREAS DEGRADADAS NO SERTÃO DO SERIDÓ PARAIBANO

Pedro Henrique Firmino Gomes ¹
Fernanda Silva da Rocha ²
Iaponan Cardins de Sousa Almeida ³

INTRODUÇÃO

A degradação do solo representa um dos maiores desafios ambientais contemporâneos, afetando a integridade dos ecossistemas. Esse fenômeno diz respeito à degradação das características do solo, que diminui sua capacidade de manter a vegetação, executar funções ecológicas e suportar atividades econômicas, como a agricultura. De acordo com Flores *et. al.* (2002), no Nordeste brasileiro, o extrativismo vegetal, mineral, assim como o sobrepastoreio das pastagens nativas ou cultivadas e o uso agrícola por culturas, que expõem os solos aos agentes da erosão são as principais causas dos processos de degradação.

Não apenas a estrutura e a funcionalidade dos solos são afetadas pela degradação, mas também a biodiversidade, que depende desses sistemas para sobrevivência e equilíbrio. A caatinga possui um histórico de degradação e é um dos biomas brasileiros mais degradados, estudos por projeções estatísticas apontam que esse ecossistema deverá se tornar ainda mais quente e seco, se continuarem alterações nos padrões da temperatura e no clima. Projeta-se para o ano de 2060 a perda de espécies vegetais e animais em pelo menos 90% do território desse ecossistema (Pimenta, 2024).

A Caatinga é um bioma singular com uma rica diversidade de espécies endêmicas e adaptadas a condições de baixa disponibilidade de água. A degradação desse meio resulta em perda de habitat, redução das fontes de alimento/água para a fauna e diminuição das interações ecológicas essenciais entre as espécies. Isso pode levar à fragmentação de habitats e isolamento de populações, tornando mais difícil para as espécies se moverem e se adaptarem (Figueiró, 2015).

Em ambientes degradados, especialmente no contexto do Semiárido brasileiro, urge a necessidade de conservação dos recursos naturais e com especial atenção à biodiversidade. Para Odum (2004), o verdadeiro objetivo da conservação possui dupla perspectiva, a de assegurar a preservação de um ambiente de qualidade que garanta tanto as necessidades estéticas e de

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade de Pernambuco, pedro.firmino@upe.br

² Graduanda do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade de Pernambuco, fernanda.srocha@upe.br

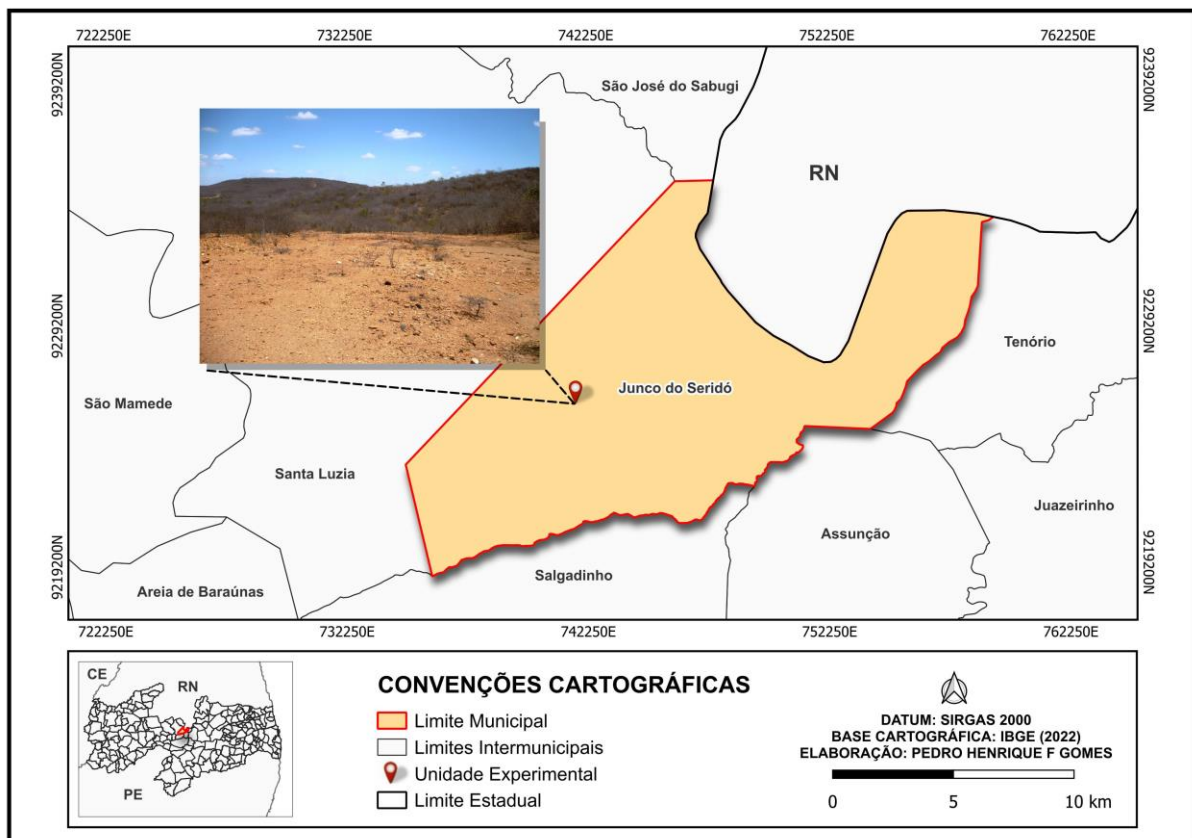
³ Doutor pelo Curso de Geografia da Universidade Estadual do Ceará, iaponan.cardins@upe.br

recreio como as de produtos e a de assegurar uma produção contínua de plantas, animais e materiais úteis, mediante o estabelecimento de um ciclo equilibrado de colheita e renovação.

Face à devastação, a restauração ecológica surge como uma estratégia fundamental para reverter os impactos da degradação e promover a recuperação dos ecossistemas. Diante desse fato, é crescente a necessidade de pesquisas que ajudem a compreender a dinâmica da recuperação ambiental e a desenvolver abordagens mais eficazes para restaurar a biodiversidade e garantir a resiliência dos ecossistemas a longo prazo.

Nesse contexto, o presente resumo tem por objetivo analisar uma experiência de recuperação ambiental através da indução de sucessão ecológica, por meio do manejo do solo em comparação com pousio. A área experimental analisada passou por processos de tratamento do solo e está localizada no Planalto da Borborema, especificamente no município de Junco do Seridó, no Estado da Paraíba, sob as coordenadas $6^{\circ}59'26.51''S$ e $36^{\circ}48'42.24''O$, com altitude de 691m (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de Localização da Unidade Experimental



Fonte: Gomes (2024)

METODOLOGIA

O percurso metodológico possui uma sequência com três etapas. Inicialmente, foi realizada a pesquisa bibliográfica em diversas fontes para construir a base teórico-conceitual sobre degradação ambiental, restauração ecológica e biodiversidade. As fontes consultadas incluíram livros, artigos acadêmicos e publicações científicas, que proporcionaram uma base sólida e abrangente para a análise dos temas abordados.

Posteriormente, a elaboração do mapa de localização foi realizada pelo software livre *Quantum Geographic Information System* (QGIS versão 3.34.9). Utilizou-se das bases cartográficas disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE do ano de 2022.

Por fim, foi realizada a coleta de dados florísticos de parcelas experimentais de restauração ecológica, localizadas na borda ocidental do Planalto da Borborema ao final do período chuvoso do ano de 2024. A área experimental se refere a uma vertente com 15% de declividade, recoberta por um Argissolo vermelho-amarelo, que foi utilizado entre as décadas de 1930 e 1980 para o cultivo de algodão, milho e feijão. A implantação da unidade experimental ocorreu no ano de 2012, com o objetivo de acompanhar o processo de sucessão ecológica em condições de severo trabalho erosivo e degradação ambiental.

Foram delimitadas 10 parcelas, com dimensões de 6m x 6m para a distribuição de cinco repetições de dois tratamentos: TX - controle (nenhuma intervenção); TY - contenção em curvas de nível e incorporação superficial de substrato orgânico (50% esterco bovino e 50% esterco caprino), com a proporção de 40 ton/ha. O propósito foi o de comparar a recolonização vegetal sem e com intervenção de baixo custo econômico, visando medidas de fácil aplicação e difusão em comunidades rurais dos Sertões semiáridos.

A recolonização vegetal foi medida por meio de dados florísticos dos totais da riqueza e abundância das herbáceas e lenhosas para avaliação de parâmetros fitossociológicos, em um trabalho de monitoramento. Os dados foram coletados em 10 amostras por parcela de cada tratamento, que foram dimensionadas em quadros de ferro de 1m x 0,25m, de acordo com Araújo Filho (1986), totalizando 50 amostras por tratamento.

Após o levantamento do total de indivíduos e espécies, foi realizada a tabulação dos dados no Software *Excel* (versão 2016). Em seguida, utilizou-se o software online *Paleontological Statistics* (PAST, versão 2.12) para calcular os índices gerais de diversidade, representados pelas seguintes fórmulas:

Simpson: Calculado a partir da fórmula: $\lambda = \sum p_i^2$ onde, p é a abundância proporcional da espécie i (número de indivíduos da referida espécie dividido pelo número total de indivíduos na amostra). Este índice mede a dominância das espécies na amostra, sua amplitude é 0 à 1, valores que mais se aproximam a 1 indicam uma dominância de determinada espécie em relação às outras.

Shannon: $H' = -\sum [(p_i)\ln(p_i)]$, onde: $p_i = n_i/N$; n_i é o número de indivíduos da espécie i , e N é o número de indivíduos totais. Trata-se de uma relação entre abundância e riqueza onde expressa a uniformidade dos valores de abundância através de todas as espécies da amostra. Adquire valores entre 0, quando há uma só espécie, e o logaritmo neperiano de S , quando todas as espécies estão representadas por um mesmo número de indivíduos.

Equitabilidade: Este índice é calculado através da fórmula: $(J' = H'/H'_{\max})$, onde $H'_{\max} = \ln S$. O índice mede a proporção da diversidade observada em relação a máxima diversidade esperada. Seu valor oscila entre 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situações onde todas as espécies são igualmente abundantes.

REFERENCIAL TEÓRICO

As discussões sobre degradação ambiental perpassam por gerações e constituem um problema duradouro na sociedade. Embora o tema seja relativamente antigo na história das ciências, recentemente as investigações revelam a necessidade de respostas concretas urgentes, a partir da compreensão teórica das interações entre sociedade e natureza (Lima e Roncaglio, 2001).

A degradação ambiental é geralmente associada a um processo de perda, seja na disponibilidade ou na qualidade dos “recursos naturais”. De acordo com Cardins (2013), a depender do contexto analítico, o conceito de degradação recebe complementos para qualificar e especificar as perdas identificadas em determinado componente ou recurso ambiental, tais como perda do solo, dos recursos hídricos ou da vegetação.

A comunidade científica internacional alerta para o percentual crescente da perda de solos causada pela degradação. A perda de solo não é necessariamente um desaparecimento do recurso, mas diz respeito à deterioração das suas propriedades químicas e físicas, de maneira que o solo deixa de ser produtivo (Guerra e Jorge, 2014). Considerando que os componentes da paisagem estão em constante transformação e funcionam de maneira inter-relacionados/cíclicos, a perda do solo resulta não só na sua degradação, mas ocasiona impactos em outros elementos naturais.

A degradação agrícola, processo de perda da produtividade do solo gerado por uso intensivo, é uma das principais formas de deterioração desse recurso. Nesse contexto, a vegetação apresenta-se como o principal elemento natural a sofrer diretamente as consequências advindas da degradação do solo. De acordo com Wadt (2003), a perda de nutrientes e de matéria orgânica no solo resulta em um processo de degradação biológica, que pode ser compreendido como o estágio em que há uma intensa diminuição da capacidade de produção de biomassa vegetal.

Em face ao desequilíbrio e à degradação ambiental, utilizar de métodos de tratamento e recuperação das áreas é de fundamental importância. De acordo com Martins *et. al.* (2014), o pousio é uma técnica que se baseia na resiliência do solo para recuperação daqueles que não foram manejados após cultivo tradicional, ou seja, após derrubada e queima da vegetação, seguida por declínio da fertilidade.

Mediante a aplicação de técnicas e métodos para recuperação ambiental, as áreas degradadas passam pelo processo de sucessão ecológica secundária que começa com a colonização por plantas herbáceas e arbustos, seguidas pela regeneração de árvores e a recuperação da comunidade biológica. Teoricamente, o resultado final é uma comunidade que pode se assemelhar à comunidade original, mas pode ter algumas diferenças devido ao histórico de perturbação (Figueiró, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados aqui apresentados correspondem aos resultados obtidos no ano de 2024, após 12 anos de monitoramento da dinâmica florística nas parcelas experimentais. Cabe destacar que o processo de restauração foi iniciado em condições extremas de degradação, cujo impacto foi capaz de comprometer por completo o restabelecimento vegetal, diante da intensidade dos processos erosivos. Razão pela qual foi adotada a estabilização do escoamento superficial através de contenções em curva de nível no TY.

No que se refere ao TX, em 2024, após 12 anos de recolonização vegetal foi encontrada uma riqueza de 26 espécies, enquanto no TY, foram encontradas 47 espécies, o que significa um aumento de mais de 90% (Tabela 1). No tratamento controle, fica evidente um processo de sucessão ecológica secundária, ainda que muito mais lento em relação ao TY. As medidas de manejo do TY possibilitaram condições favoráveis de desenvolvimento para maior quantidade de espécies, o que demonstra aumento da complexidade sinecológica.

Tabela 1 – Parâmetros Fitossociológicos de TX e TY

Parâmetros	Tratamento X	Tratamento Y
Espécies	26	47
Indivíduos	262	738
Simpson	0,895	0,939
Shannon	2,63	3,27
Equitabilidade	0,807	0,849

Fonte: Gomes (2024)

De semelhante modo, a abundância foi de 262 para TX e 738 para TY, o que representa um aumento de 282%. Estes valores demonstram o desenvolvimento vegetal da comunidade na cobertura do solo, resultando em aumento da fitomassa e cobertura do solo pela recolonização vegetal. Além da retenção de sedimentos pelas contenções, o aumento da abundância participa da estabilização superficial e depleção dos processos erosivos, sustentação do solo pelas raízes, além da retomada da ciclagem da matéria orgânica.

Utilizando o índice de Shannon como medida de referência da diversidade sinecológica, TX apresentou valor de 2,63 e TY apresentou o valor de 3,27. Isto significa que a distribuição proporcional da abundância pela riqueza na sucessão ecológica do tratamento controle apresentou avanço progressivo, ainda que em valor de diversidade considerada baixa, enquanto a tendência de TY se aproxima de valores médios. Em outras palavras, TY apresentou distribuição mais equitativa na comparação, o que significa melhores condições de aproveitamento dos recursos disponíveis para a comunidade vegetal.

Ambos os valores indicam sucessão ecológica progressiva, apesar da sensível diferença qualitativa na biodiversidade encontrada em TY. Essa diferença pode ser explicada pela dominância de espécies menos exigentes na comunidade de TX, o que é refletido em menor equitatividade e, portanto, menor valor de diversidade medido pelo índice Shannon. Neste sentido, os valores de dominância de Simpson e de Equitabilidade auxiliam na compreensão da distribuição dos valores de proporção entre TX e TY.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área analisada encontrava-se em estado crítico de degradação, em relação ao seu padrão original, o solo apresentava perda em torno de 75cm, exposição dos horizontes B, BC e C e estava intensamente erodido. Ainda que a situação da área se apresentasse de maneira complexa, após 12 anos de acompanhamento, é possível afirmar que a área está em processo de restauração ambiental por meio de sucessão ecológica secundária.

Mesmo diante de uma área severamente degradada, foi possível obter resultados animadores referentes à recuperação ecológica. As medidas de manejo do solo com contenção em curvas de nível e adubação orgânica superficial se mostraram bastante eficientes na indução à recuperação. Devido ao baixo custo financeiro e facilidade de implementação, essas técnicas aplicadas na área ganham maior relevância no cenário da recuperação ambiental.

Referente aos meios eficazes de tratamento, o pousio se apresenta como uma opção válida, porém limitar a recuperação ambiental somente ao descanso do solo implica em riscos para a recolonização das espécies devido à instabilidade das superfícies. Nessa perspectiva e mediante a crescente degradação ambiental que acomete as regiões naturais do planeta, é fundamental que haja a ampliação da capacidade de adoção de medidas, das ações institucionais e do emprego de técnicas diversificadas para restauração ecológica.

Palavras-chave: Degradação Ambiental, Manejo do Solo, Pousio, Sucessão Ecológica.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da UPE, entidade do Governo do Estado de Pernambuco voltada para o fomento ao Ensino, Pesquisa e a Extensão universitária.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, J.A.; VALE, L.V.; ARAUJO NETO, R. et al. Dimensões de parcelas para amostragem do estrato herbáceo da caatinga raleada. In: **REUNIÃO ANUAL DA SBZ**, 23., 1968, Campo Grande. Anais... Campo Grande, 1986, p. 268.

CARDINS, I. de S. A. ; SOUZA, M. J. N. de . Convergências e Controvérsias Conceituais sobre Degradação Ambiental/Desertificação. **Revista GeoUECE** , v. 2, p. 142/-156, 2013.

FIGUEIRÓ, A. Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza. São Paulo. **Ed. Oficina de Textos**, 2015.

FLORES, C. A.; MANZATTO, C. V.; SÁ, I. B.; ACCIOLY, L. J. O.; SÁ, T. D. A.; SILVA, F. H. B. B.; SILVA, T. C. C. Outras formas de degradação do solo. In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. (Eds.) *Uso Agrícola dos Solos Brasileiros*. Rio de Janeiro, 2002. **Embrapa Solos**. p. 93-104. 2002.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. Degradação dos solos no Brasil. 1. ed. – Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**, 2014. 320p.

LIMA, M. D.V; RONCAGLIO, C. Degradação socioambiental urbana, políticas públicas e cidadania. Curitiba: **Editora da UFPR**. Desenvolvimento e Meio Ambiente. n.3. p. 53-63. Jan./jun. 2001.

MARTINS, S. C.; PINHEIRO, M.; OLIVEIRA, A. V.; FIALHO, J.; MARTINS, C. Efeito do Pousio na Recuperação de um Solo sob Caatinga no Semiárido Brasileiro. **Enciclopédia Biosfera**, [S. l.], v. 10, n. 19, 2014. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2453>. Acesso em: 22 ago. 2024.

ODUM, E. P. Fundamentos de Ecologia. 6ª ed. São Paulo: **Fundação Calouste Gulbenkian**, 2004.

PIMENTA, P. Mudanças climáticas ameaçam a Caatinga com desertificação e perda de espécies. **Agência Senado**, 09 de fev. de 2024. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2024/02/mudancas-climaticas-ameacam-a-caatinga-com-desertificacao-e-perda-de-especies>. Acesso em: 23 de ago. de 2024.

WADT, P. G. S. Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas. Rio Branco: **Embrapa Acre**, 2003.