

AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR NUCLEAÇÃO NO SEMIÁRIDO

João Andre Ximenes Mota¹; Lucas da Silva²

¹Acadêmico de Engenharia Ambiental e Sanitária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE - Campus Quixadá. Bolsista do PIBITI/IFCE. E-mail: jandre.xm@gmail.com

² Professor Orientador. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE - Campus Quixadá
E-mail: lucasilva@ifce.edu.br

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Quixadá
Laboratório de Estudos Ecológicos e Ambientais do Bioma Caatinga (LEEABC).

RESUMO

O bioma caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro e mantém apenas metade de sua cobertura vegetal. No estado do Ceará estima-se que cerca de 40% de sua área encontra-se degradada, necessitando de métodos e técnicas eficazes de restauração ambiental, enaltecendo a aplicabilidade no bioma caatinga e de acordo com as características concebidas em um diagnóstico ambiental prévio. Com isso o presente trabalho objetiva propor uma chave para escolha da melhor técnica de restauração ambiental por nucleação. Diante dos resultados encontrados é possível afirmar que o método de restauração de áreas degradadas pelo processo de nucleação voltado ao semiárido e à caatinga, pode ser uma solução viável para atenuar os efeitos da degradação ambiental da região e do bioma.

Palavras-chave: Caatinga; Diagnóstico ambiental; Restauração florestal.

INTRODUÇÃO

O processo de eliminação de florestas e degradação do solo tem como consequências um conjunto de problemas ambientais como a erosão do solo, extinção de várias espécies da fauna e flora, mudanças climáticas locais, assoreamento dos cursos d'água, entre outros. (MARTINS, 2009; ROMEIRO & SOUZA, 2014). Tal problemática, aliada a tomada de consciência da população, induziu nas últimas décadas o desenvolvimento estudos científicos seguidos de planos de recuperação para reverter esse quadro. (ROMEIRO & SOUZA, 2014)

O artigo 3º da Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, entende a degradação ambiental como sendo a alteração adversa das características do meio ambiente. Sendo assim, área degradada pode ser considerada como aquela que por intervenção antrópica, apresenta alterações de suas propriedades biológicas, químicas e físicas, tendendo ao comprometimento temporário ou definitivo da estrutura e funcionamento de seu ecossistema natural. (BRASIL, 1981; ICMBio, 2013; CASTRO, 2012)

A cartilha de Restauração Florestal da Caatinga, desenvolvida pela Associação Caatinga (s.d.), assume a existência de uma preocupação emergente vinda tanto da população, como de setores produtivos ligados a exploração de recursos naturais, em relação a devastação da caatinga e, assim como Maia (2012), afirma haver uma necessidade urgente de realização de ações de recomposição e recuperação do bioma do semiárido brasileiro que possui características únicas.

O presente trabalho objetiva propor uma chave para escolha da melhor técnica de restauração ambiental por nucleação, garantindo a sistematização e agilização de tal escolha,

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

através de uma revisão bibliográfica investigando métodos, descrições e a eficácia de diferentes técnicas de restauração ambiental, enaltecendo a aplicabilidade no bioma caatinga, de acordo com as características concebidas em um diagnóstico ambiental prévio.

RECUPERAÇÃO E RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

As definições de recuperação e restauração ambiental não eram claramente definidas até a promulgação da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. (ESPÍNDOLA *et al.*, 2005)

Recuperação, segundo o inciso XIII, do artigo 2º da Lei nº 9.985 de 2000, corresponde à restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente da condição original (BRASIL, 2000). Tal prática está na maioria das vezes ligada ao manejo de recursos, por exemplo o sistema agrosilvipastoril que utilizado como alternativa para recuperação de áreas degradadas, em que há somente o reflorestamento utilizando espécies nativas no intuito de conservar água e solo e proporcionar alternativas de renda para produtores rurais. (SEIDEL *et al.*, 2009)

Ainda no artigo 2º da Lei nº 9.985 de 2000, no inciso XIV, há a definição de restauração como sendo a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original. (BRASIL, 2000)

De acordo com Martins (2009), existe uma divisão entre um sentido restrito e amplo do termo restauração no meio acadêmico. O sentido restrito do termo implica em uma volta a condição ecológica original ou no retorno completo do ecossistema degradado às condições ambientais de vegetação, fauna, solo, hidrologia, etc. originais, objetivo dificilmente atingido na maioria dos casos, fazendo com que muitos pesquisadores utilizem o termo recuperação, que consiste em projetos mais simples como a revegetação com poucas espécies, tendo por base técnicas agrônômicas e silviculturais. (MARTINS, 2009)

Por sua vez, o sentido mais amplo de restauração objetiva uma recuperação à longo prazo a integridade ecológica, biodiversidade e estabilidade do ecossistema. Em razão dessas características é possível uma maior flexibilização dos projetos de restauração, atribuindo uma importância maior à criação de condições ecológicas favoráveis à sucessão e ao aumento da biodiversidade. (MARTINS, 2009)

O emprego do termo restauração, em especial restauração florestal vem sendo empregado no sentido restauração ecológica, e também para a caracterização de técnicas e modelos que visam a criação de condições e processos ecológicos, como por exemplo a ciclagem de nutrientes, a sucessão e a dispersão de sementes, para a formação de um ecossistema com alta diversidade regional (MARTINS, 2009).

A restauração de áreas e ecossistemas degradados, pode ser um instrumento para a formação de corredores que venham a reestabelecer conexões entre fragmentações remanescentes, garantindo assim a continuidade do fluxo gênico e, por consequência, a manutenção de espécies e a viabilidade de suas populações (REIS *et al.*, 2003)

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL NO SEMIÁRIDO

A escolha do modelo mais adequado para a restauração florestal depende de uma série de fatores listados em um diagnóstico ambiental elaborado previamente contendo informações ecológicas tanto da área estudada, em que são identificados os aspectos físicos (tipo de solo, corpos d'água, relevo e clima) e biológicos (vegetação presente, fauna, ocorrência ou não de fragmentos nativos, histórico de uso, etc.), quanto da área em volta, além da descrição do estado de degradação, com o intuito de orientar o planejamento de ações e tomada de decisões. (Associação Caatinga, s.d.; FONTANELLA *et al.*, 2008; MARTINS, 2009)

Segundo Almeida *et al.* (2015), em diagnósticos ambientais destinados para estudos de impactos ambientais (EIA) as deficiências mais comuns encontradas estão ligadas a presença

de estudos compartilhados, ou seja, há um detalhamento em torno das disciplinas específicas, como hidrologia, pedologia, geologia, etc., mas não há uma conectividade entre as mesmas. As deficiências em estudos ambientais estão ligadas também ao excesso de informações desnecessárias. (ALMEIDA *et al.*, 2015)

Desta forma, bons diagnósticos ambientais deverão evitar vícios, como a falta de conectividade entre as características listadas e também a listagem de itens que não tem importância para os fins pretendidos (ALMEIDA *et al.*, 2015). No caso de diagnósticos para a recuperação de áreas degradadas, Reis *et al.* (2003) propõem a avaliação do estado do banco de sementes e plântulas, micro e macro fauna e flora do solo, contaminação biológica e estado de erosão do solo.

TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO AMBIENTAL POR NUCLEAÇÃO

O processo de nucleação, de acordo com Yarranton & Morrison (1974), é entendido como a capacidade que uma espécie tem de proporcionar mudanças nas condições ambientais de forma a ajudar o estabelecimento de outras espécies; a significância do termo vem da analogia entre o fenômeno de nucleação, que é um dos fatores para o processo de formação do granizo, encontrado nas ciências meteorológicas.

Um conceito mais amplo de nucleação considera outros elementos além dos vegetais, abrangendo elementos bióticos e abióticos, como capazes de promover o a formação dos micro-habitats que melhoram as condições ambientais e potencializam o aparecimento de núcleos de biodiversidade. (TRES & REIS, 2009)

Tres & Reis (2009) afirmam que o fluxo de biológico gerado por sistemas de nucleação tem características dinâmicas, principalmente na integração entre a área que se deseja restaurar com as áreas em bom estado fragmentadas ao seu redor e vice-versa.

Martins (2009) propõe o modelo de restauração baseados na nucleação quando a área degradada a ser recuperada compreende grandes áreas, e, ou, há pouca disponibilidade de recursos financeiros para tal. Tal modelo poderá atuar sobre todo o processo de sucessão, envolvendo toda a cadeia de interação entre solo, produtores, consumidores e decompositores. (REIS *et al.*, 2003)

Há na literatura a listagem de diversas técnicas de restauração de áreas degradadas utilizando o princípio de nucleação, dentre estas são elencadas: plantio de mudas, reposição do banco de sementes, transposição de galhada, transposição da chuva de sementes e poleiros naturais e artificiais (MARTINS, 2009; NETO *et al.*, 2010; REIS *et al.*, 2003;

O plantio de mudas deverá atuar formando ilhas ou núcleos de vegetação, criando pequenas manchas de floresta com uma alta diversidade de espécies (MARTINS, 2009). É importante considerar que as mudas implantadas deverão ser nativas da fauna, caso contrário não servirão para o propósito de atrair diversidade biológica para as áreas degradadas, recompor a matéria orgânica do solo, corrigir processos erosivos, abafar processos de contaminação biológica e atrair polinizadores (REIS *et al.*, 2003)

Martins (2009) e Reis *et al.* (2003) definem a transposição de galhadas ou galharia como a utilização de restos de vegetação (folhas, galhos e material reprodutivo) como núcleos que atrairão diversos animais, como roedores, rastejadores e aves, além de larvas, cupins e outros insetos (REIS *et al.*, 2003; MARTINS, 2009). Estudos de Vergílio *et al.* (2013) indicam que na área de cerrado a transposição de galhadas trouxe mudanças consideráveis na abundância da fauna de artrópodes e também na qualidade do solo pela decomposição da matéria orgânica da madeira.

A transposição do banco de sementes, também denominada de transposição de solo, se caracteriza como a prática da retirada da camada mais superficial do solo de uma área em boas condições para implantação em outra degradada e é indicada como medida mitigatória ou compensatória de um impacto ambiental (REIS *et al.*, 2003; MARTINS, 2009). Viani &

Rodrigues (2008) apontam que esse tipo de transplante pode atrapalhar a recomposição vegetal das áreas de retirada, logo, deve ser ressaltado o caráter de escolha mitigador, optando-se pela escolha de áreas que seriam eliminadas por represamento de cursos d'água mineração ou atividades de mineração por exemplo (MARTINS, 2009).

A técnica nucleadora por sementeira direta, também chamada de transposição da chuva de sementes, consiste na reprodução do processo natural de chuva de sementes, provocado pela ação da água e vento (agentes abióticos) e também da fauna (agentes bióticos) (REIS *et al.*, 2003). A chegada de sementes de caráter nativo à área degradada atuará de modo a recompor o banco de sementes, revertendo processos de contaminação biológica por espécies exóticas, além de contribuir na atração de polinizadores, na contenção de processos erosivos e na promoção o fluxo gênico entre a área degradada e os fragmentos de vegetação circunvizinhos. (MARTINS, 2009; SOARES, 2009; TRES & REIS, 2009).

Outra técnica elencada na literatura como nucleadora é a utilização de poleiros naturais ou artificiais (MARTINS, 2009; TRES & REIS, 2009). Esta consiste na implantação de poleiros artificiais (varas de bambu ou postes de eucalipto, por exemplo) ou naturais (aproveitando árvores mortas), atraindo assim aves, que por sua vez contribuirão na reabilitação do banco de sementes da área. (ESPÍNDOLA & REIS, 2009)

ANALISE E APLICAÇÃO DA CHAVE PARA TÉCNICA DE RESTAURAÇÃO AMBIENTAL POR NUCLEAÇÃO

A chave para escolha da melhor técnica de restauração ambiental por nucleação pode ser observada na Tabela 1, em que na primeira linha estão destacadas para a restauração de uma área degradada, de acordo com Reis *et al.* (2003), como a necessidade de reposição do banco de sementes (RBS), recomposição da micro e macro fauna e/ou flora do solo (RFF), reposição de matéria orgânica (RMO), recomposição da chuva de sementes (RCS), colonização por dispersores de sementes como aves e morcegos (CDS), contenção de processos erosivos (CPE) e a remediação contra a contaminação biológica (RCB). A segunda linha será destinada ao preenchimento de acordo com o diagnóstico ambiental prévio, no caso de respostas positivas o campo será preenchido com o número "1" (um), em caso negativo este receberá "0" (zero). Após o preenchimento da Tabela 1 a sequência-chave obtida deverá ser comparada com os dados presentes na Tabela 2, que cruza as necessidades da área degradadas a serem sanadas com as técnicas de nucleação mais indicada para cada caso.

Tabela 1 – Necessidades da área degradada a serem sanadas

RBS	RFF	RMO	RCS	CDS	CPE	RCB

Legenda: reposição do banco de sementes (RBS); recomposição da micro e macro fauna e/ou flora do solo (RFF); reposição de matéria orgânica (RMO); recomposição da chuva de sementes (RCS); colonização por dispersores de sementes como aves e morcegos (CDS); contenção de processos erosivos (CPE); remediação contra a contaminação biológica (RCB).

Tabela 2 – Chaves para escolha da melhor técnica de restauração ambiental por nucleação.

Técnicas de nucleação	Necessidades						
	RBS	RFF	RMO	RCS	CDS	CPE	RCB
Plantio de mudas nativas	0	0	1	0	1	1	1
Transposição de galhadas	0	1	1	0	0	0	0
Transposição de solo	1	1	1	0	0	0	0
Sementeira direta	1	0	0	1	0	1	1
Poleiros artificiais/naturais	1	0	0	1	0	0	0

Exemplificando, se a sequência-chave obtida na Tabela 1 for “0-0-1-0-1-1-1” é indicado, de acordo com a Tabela 2, o uso da técnica nucleadora de plantio de mudas nativas, se “0-1-1-0-0-0-0” a transposição de galhadas é a melhor opção para o caso, e assim por diante.

No caso da obtenção de uma sequência-chave não expressa na Tabela 2, deverão ser buscadas junções das técnicas que englobem o resultado. Por exemplo, se obtida a sequência “0-1-1-0-1-1-1”, as técnicas que melhor englobarão são a de plantio de mudas e transposição de galhadas. É válido ressaltar que, de acordo com Reis *et al.* (2003), para otimizar a recuperação de áreas degradadas pode ser empregada mais de uma técnica de nucleação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados encontrados é possível afirmar que o método de restauração de áreas degradadas pelo processo de nucleação voltado ao semiárido e à caatinga, pode ser uma solução viável para atenuar os efeitos da degradação ambiental da região e do bioma. Porém, em consequência da pouca experiência de estudos voltados para a região, há uma deficiência na listagem das técnicas para restauração.

Para futuros trabalhos aconselha-se a adição de outras técnicas não só de restauração ou nucleação, como também de recuperação de áreas degradadas, expandindo o universo de possibilidades de aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Alexandre *et al.* Deficiências no Diagnóstico Ambiental dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA). *Geas*, [s.l.], v. 4, n. 2, p.33-48, 1 ago. 2015. University Nove de Julho.

Associação Caatinga. Restauração Florestal da Caatinga. s.d. Disponível em: <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/restauracao-florestal-da-caatinga.pdf>>. Acesso em 02 Set. 2016.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília, 2000.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 1981.

CASTRO, Dilton. **Práticas para restauração de mata ciliar.** Organizado por Dilton Castro; Ricardo Silva Pereira Mello e Gabriel Collares Poester. Porto Alegre: Catarse – Coletivo de Comunicação, 2012.

ESPÍNDOLA, Marina Bazzo de *et al.* Recuperação ambiental e contaminação biológica: aspectos ecológicos e legais. *Biotemas*, v. 18, n. 1, p. 27-38, 2005.

ESPÍNDOLA, Marina Bazzo. REIS, Ademir. A eficiência de poleiros artificiais na restauração ambiental de restinga no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. In: TRES, Deisy Regina; REIS, Ademir. **Perspectivas sistêmicas para a conservação e restauração ambiental: do pontual ao contexto.** Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2009.

FONTANELLA, Alexandra *et al.* Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do rio da ilha, Taquara, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 7, n. 1, 2009.

ICMBio, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Roteiro de Apresentação para Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) Terrestre. Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB), 2013.

MAIA, Gerda Nickel. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2012.

MARTINS, Sebastião Venâncio. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2009. 270 p.

NETO, Aurino Miranda *et al.*. Transposição do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada em Viçosa, MG. **Rev. Árvore, Viçosa**, v. 34, n. 6, p. 1035-1043, Dez. 2010.

REIS, Ademir *et al.* Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.

ROMEIRO, Camila Esteves. SOUZA, Crisângela Elen de. **Discussões sobre a recuperação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos**. In: Simpósio Mineiro de Geografia, 1, 2014.

SEIDEL, E., DA SILVA, M. P., CARDOSO, S., & DA SILVA, V. P. **O Sistema Agrosilvipastoril como alternativa de recuperação de áreas degradadas da Bacia Hidrográfica do Rio Formoso**. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA EMBRAPA, 2009, Brasília, DF. Resumos e palestras apresentadas. Brasília, DF: Embrapa: ILPF, 2009.

SOARES, Sílvia Maria Pereira. **Banco de sementes, chuva de sementes e uso de técnicas de nucleação na restauração ecológica de uma clareira dominada por *Melinis minutiflora* P. BEAVU**. 2009. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

TRES, Deisy Regina; REIS, Ademir. **Perspectivas sistêmicas para a conservação e restauração ambiental: do pontual ao contexto**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2009.

VERGILIO, Paula Cristina Benetton *et al.*. Effect of brushwood transposition on the leaf litter arthropod fauna in a cerrado area. **Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa**, v. 37, n. 5, p. 1158-1163, out. 2013.

VIANI, Ricardo Augusto Gorne; RODRIGUES, Ricardo Ribeiro. Impacto da remoção de plântulas sobre a estrutura da comunidade regenerante de Floresta Estacional Semidecidual. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 1015-1026, dez. 2008.

YARRANTON, G. A; MORRISON, RG. 1974. Spatial dynamics of primary succession: nucleation. **Journal of Ecology** 62(2): 417-428.